Építési kőanyagok és építőkövek témaköre
Bányaföldtani tapasztalatok a diszeli bazaltbányában. **Klespitz János** tanulmánya *(2007. augusztus)*
Bányaföldtani tapasztalatok a zalahalápi bazaltbányában. **Klespitz János** tanulmánya *(2007. augusztus)*
Díszítőkő Konferencia Esztergomban *(2003. december)*
Építőkövek és építőkő-bányák. **Klespitz János** tanulmánya *(1999. július)*
Kavicsok szilárdsága **Török Endre**: Hazai kavicsmezők anyagának szilárdsága a halmazjellemzők tükrében. Földtani Közlöny és részletek a doktori értekezésből. 1. rész, 2. rész *(2016. január)*
Kokkolitos bazalt, mint betonadalékanyag *(2007. augusztus)*
Kőmozaik és terrazzo művészet az építészetben. **Balázs Miklós Ernő** előadása Székesfehérvárott, 2007. június 14-én, az V. Díszítőkő Konferencián *(2007. július)*
Kőzettan szerepe az építészet-történetben. **Horler Miklós** tanulmánya *(1998. november)*
Mikor mészkő, mikor márvány? **Kertész Pál** tanulmánya *(1999. április)*
Modellalkotás és tudományos megismerés. **Asszonyi Csaba** tanulmánya *(1998. november)*
Műemléki kőanyagok földtani-kőzettani elemzésének eredményei. **Kertész Pál** tanulmánya *(2007. július)*

Klespitz János, Török Endre, Balázs Miklós Ernő, Horler Miklós, Kertész Pál és Asszonyi Csaba tanulmányait lásd: PÁLYATÁRSAK-írásai

Beszámoló a III. Díszítőkő Konferenciáról

Az 1999-ben Veszprémben, 2001-ben Székesfehérvárott megrendezett első illetve második konferencia után a **III. Díszítőkő Konferenciára 2003. szeptember 24-én, Esztergomban, a Vármúzeumban és Kőtárban került sor.** A méltó helyszín kiválasztása, a szervezés, a kifogástalan bonyolítás a rendezőket, a *Szilikátipari Tudományos Egyesületet, a Magyarhoni Földtani Társulatot, a Magyar Geológiai Szolgálatot, a Magyar Bányászati Hivatalt, a Magyar Kőszövetséget, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéket,* valamint a kedves házigazdát, *az Esztergomi Vármúzeumot* dicséri.

A konferencia rendezői *Lechner Ödöntől* választottak jelmondatot: „Beszédes, kifejező és szép nyelve van a néma kőnek."

A konferenciát ***Meggyes Tamás***, Esztergom város polgármestere szívélyes hangú levélben üdvözölte, az Esztergomi Vármúzeum részéről ***Horváth Béla*** igazgató mondott köszöntőt.

A konferencia előadások egymást követő négy szakaszban hangzottak el, az első szakasz levezető elnöke ***dr. Gálos Miklós*** egyetemi tanár (BME), a másodiké ***Kneifel Ferenc*** hivatalvezető (MGSZ Területi Hivatal Veszprém), a harmadiké ***Riesz Lajos*** egyesületi elnök (SZTE), a negyediké ***Serédi Béla*** szakosztály elnök (SZTE Kő és Kavics Szakosztály) volt.

Kneifel Ferenc Dr. Gálos Miklós

A konferencián tizenhárom előadást tartottak, amelyekről a következőkben számolunk be, az *Előadók* által készített előadás-kivonatok alapján.

***KNEIFEL Ferenc* (Magyar Geológiai Szolgálat Közép-dunántúli Területi Hivatal): Hogyan lehet ma Magyarországon építő-díszítőkőhöz jutni?**

Néhány évtizeddel ezelőtt a kőbányászat gyakorlatilag két fő csoportba tartozott. Az állami kőbányászat és az úgynevezett melléküzemági kőbányászat. A két csoport a nyersanyag minőségét, számbavételét tekintve lényegesen eltért egymástól. Az állami kőbányák megfelelő bányaföldtani szolgálattal rendelkeztek, a nyilvántartott készletek kutatáson alapultak. A kisebb - főleg szövetkezeti - kőbányák ásványvagyonának

számbavétele sok esetben becsléssel történt. Kutatás viszonylag kevés volt, az is a termeléssel párhuzamosan történt.

Az 1970 óta rendszeresen kiadásra kerülő Ásványvagyon mérleg tájékoztat a lelőhelyek (bányák) számának és a rendelkezésre álló ásványvagyon mennyiségének változásáról. A jelenleginél jóval több kőbánya nem jelentette azt, hogy mindegyik gazdaságosan működött. Az akkori látszólag nagy kínálat ellenére a kereslet szerény volt, miután az állami építkezések nem igényeltek sok építő-díszítőkövet.

A jól bevezetett és több évtizede ismert kőanyagok ma könnyen elérhetők. A „Magyarország díszítőkövei" nevű, több mint 60 darabból álló mintasorozat kőzeteinek jelenleg kevesebb, mint a fele férhető hozzá különböző okok miatt (a bánya bezárt, rekultivált, védett területen, üdülőövezetben van stb.).

A Közép-dunántúli régióban ténylegesen termelő építőkő-díszítőkő bányák száma 29, ebből Fejér megyében 6, Komárom-Esztergom megyében 9, Veszprém megyében 14 található.

A díszítőkő iránt érdeklődő a Magyar Geológiai Szolgálat területi hivatalaiban részletes geológiai térképek alapján pontos felvilágosítást kap az adott nyersanyag előfordulásáról, de tájékozódhat a sok helyen megvásárolható „Magyarországi építőkő-díszítőkő kataszteré"-ből is. Az ásványvagyon nyilvántartásban számtalan szabadterület szerepel. Az építő-díszítőkövekről rendelkezésre álló hatalmas ismeretanyag rendezése, és a mai igényeknek megfelelő közreadása feltétlenül indokolt, hiszen az érintett Területi Hivatalokhoz számtalan mészkő, homokkő, bazalt stb. kutatási engedélykérelem érkezik be véleményezésre.

Áttekintve a rendelkezésre álló hazai kővagyont, megállapítható, hogy az a klasszikus díszítőkő-ipar (csiszolt márvány és gránitlapok) számára csak mérsékelt kínálat-bővítést tesz lehetővé. Ezzel szemben a natúr kövek piacán jelentős kínálat-bővülés várható hazai alapanyagból.

Mindemellett az egyre szaporodó kőlerakatok kínálata is bővül, de ezek kínálatában jelentős túlsúlyban vannak az import kövek.

***Dr. MÁTYÁS Ernő* (Geoproduct Kft.): A Tokaji hegység építő- és díszítőkövei**

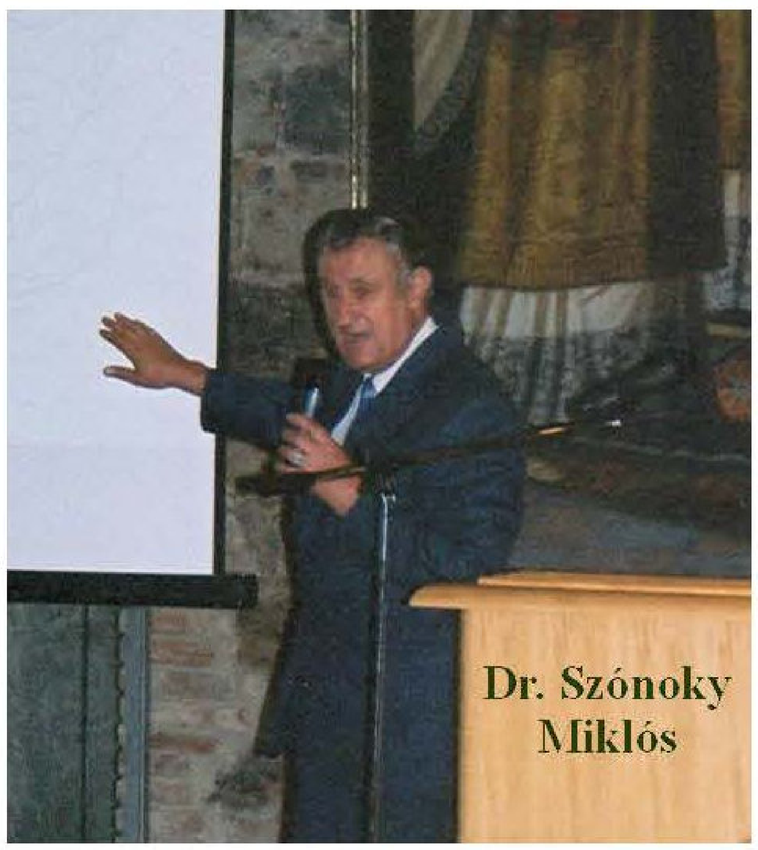
A Tokaji hegység földrajzi helyzeténél fogva, mint a Kárpát-medence észak-keleti beszögelésében a magyar Alföld síkságba ékelődő, vulkanitokból álló hegységív, történelmi ősidők óta a kőbányászat, a kőfelhasználás területe. A kőfelhasználást eddig is a társadalmi, ipari települési igények határozták meg. Első lépésben, ma már csak romjaikban meglévő őrtornyok (Tokaj, mádi Várhegy, abaújszántói rom) a középkori, építőkőből létrehozott várak (füzéri, sárospataki, regéci, tokaji) sorozatával adta alapjait a helyi kő, díszítőkő, építőkő felhasználásnak. Később a kastélyok (füzérradványi Károlyi kastély, golopi Vay kastély, cekeházi, kékedi kastély), majd a borkereskedelemmel, borfelhasználással kapcsolatos nevezetes épületek következtek (pl. mádi, abaújszántói borospincék).

Az építészetet megelőzte a kőből épült közutak létrejötte, majd a vasúti zúzottkő tokaji hegységi termelése is. Ekkor léptek be a ma is részben működő tokaji, erdőbényei és tállyai, ma már korszerűvé fejlesztett andezitbányák.

A szocialista időszakot a vasút és útépítés köve mellett az árvízvédelmi gátkő tokaji hegységi termelése jellemezte. Ez, ha művészeti karakterében nem is, de építészeti, általános fejlesztési szempontból igen jelentős vidékfejlesztő tényező.

A rendszerváltás után újra kibontakoztak a tokaji hegységi kőzetek építő, díszítőipari felhasználási lehetőségei. A hegység sajátos vulkáni felépítéséből adódóan szinte a teljes kőzetsor, képződménysor hasznosítható: utóvulkáni képződmények, andezit, riolit, riolittufa. A hegységszegélyen, különösen annak morfológiai félmedencéiben valamennyi vulkáni működési termék feltárásra és földtani helyzeténél fogva külszíni bányászatra alkalmas és kerül is.

Az új kőipar a hegység dél-keleti morfológiai félmedencéjében a Szerencs, Monok, Golop, Tállya, Mád, Bodrogkeresztúr zónában indult meg és fejlődött ki olyan mértékig, hogy a Gyógyító Ásványok Geoproduct Kft. napjainkban 19 területet vett ki a Tokaj, tokaji szőlőtermelési világörökség zónájából ásványi illetve kőbányászati célokra. Vágott, hasított, fűrészelt, gépi feldolgozott kövek, konkrét kőtermékek (virágvályú, virágszikla, kőbútorok, sírkövek, kertépítő készítmények stb.) szolgálják átalakuló korunk igényeinek kielégítését.



Dr. HORVÁTH Ferenc **(Szegedi Tudomány Egyetem Régészeti Tanszék),** ***Dr. SZÓNOKY Miklós*** **(Szegedi Tudomány Egyetem Földtani és Őslénytani Tanszék),** ***Dr. VÁLYI Katalin*** **(Móra Ferenc Múzeum, Szeged),** ***GULYÁS Sándor*** **(Szegedi Tudomány Egyetem Földtani és Őslénytani Tanszék):** **Az alföldi tavi-dolomitos mészkő, a „darázskő" egyedülálló szerepe a DK-alföldi műemlék építészetben és műemléki helyreállításban**

A holocénben keletkezett tavi-dolomitos mészkő a magyar Alföld homok hátságán található, annak teljesen egyedi, különleges termésköve. Ezt a kőzetet a tájon ősidők óta építőkőzetként használták. A jellegzetes sárgásvörös, szürkés színű, porózus,

feltárásonként is változó minőségű és kifejlődésű kőzet, néhány dm vastagságú, a hátságon igen sok helyen fordul elő. Egyetlen „kőfejtőt”, geológiai értelemben vett típuslelőhelyet nehéz kijelölni a kőzet változó megjelenése miatt, de ma Csólyospálos mellett található a Kiskunsági Nemzeti Park által kezelt típuslelőhely. A kőzet a táj igazi jellegzetessége, hiszen őseink az előfordulási helyeket és a kőzet használhatóságát igen hamar felismerték, s a Duna-Tisza közén, sőt attól távolabbra is szállítva a középkortól építőkőként használták.

Az Alföld kőben szegény vidékén természetszerűleg gondoljuk, hogy már a kezdetektől téglával építkeztek. Ez igaz is lesz a középkori templomaink, kolostoraink esetében, de ma már tudjuk, hogy a hátság DK-i és a Tisza mente déli részén Árpád kori templomainkban a „darázskövet”, illetve réti mészkövet használták elsődleges építőanyagként, s csak a későbbi bővítések, templom át- és újraépítések során kezdték el a téglát és a követ vegyesen alkalmazni. Szermonostora - a legrégibb XI. századi - templomocskája is például a környéken „vágott réti mészkő”-ből épült, melynek falai egy méter vastagok voltak. Itt a későbbi átépített és megnagyobbított templom falaiban persze újra használták a követ.

Dr. Trogmayer Ottó, majd *dr. Vályi Katalin* több évtizede folyó szermonostori ásatásai ontják e kő széles körű felhasználásának adatait. Itt az alapfalakon kívül e kőzet kvádereiből építették a kolostor kútját és a monostor aszaló kemencéjét is. A szeri plébánia templom falaiban is alkalmazták építőkőként. A szőregi löszdombon épült román kori templom alapjaihoz is ezt használták, de a felmenő falak egy része is ebből készült. Ide már a hátságról kellett elszekerezni a követ.

A DK-Alföldön viszonylag kevés középkori műemlékünk maradt meg, köszönhetően történelmünk mostoha időszakainak, s akár a legújabb kori bontásainak. Ezek a korábbi és a jelenleg is folyó régészeti feltáró munkák sok értékes építészeti és egyben régészeti geológiai adatot szolgáltatnak

Szegeden *dr. Horváth Ferenc* e mészkő kvádereit tárta fel az azóta nyomtalanul föld alá került gótikus Szent György templom alapfalának korábbi feltárásakor, s a szegedi vármaradvány mellett most is folyó feltáró munkája alatti, középkori Szent Erzsébet templom alapjaiban is. A szegedi vármaradvány falában több helyen a téglák közt megjelenik építőanyagként. A kecskeméti középkori ferences templom felmenő falai,

támpillérei, a kiásott és helyreállított épületek alapfalai mind-mind ebből a változó színű, porozitású és keménységű karbonát kőzetből vannak. A kecskeméti évszázados falrészek bizonyítják, hogy a kőzetnek voltak fagyálló változatai, amelyeket az egykori építőmesterek ismertek. Itt is alkalmazták a falak konzerválásakor - megfelelő elkülönítéssel - a ma bányászott kőzetet.

A Tisza partján lévő középkori Csongrád-Ellésmonostor alapfalait is ebből a kőzetből falazták fel. *Pávai Éva* régész a konzerválási munkák során alkalmazta is a ma bányászott kőzetanyagot kiegészítésként. Kiskundorozsma mai templomának középkori falrészeiben is kimutathatók e kőzet kváderei. Kiskunfélegyházán ebből épült az egykori Kiskun Kapitánysági Kerület emeletes épülete is, amely ma múzeum.

Országos hírű kuriózum volt 1998-ban *dr. Horváth Ferenc* régész Csengelebogárháti kun vezéri sírlelete. A ritka lelet egy 1975-ben szintén általa feltárt középkori - réti mészkő alapfalakból álló - templom közelében bukkant elő. A kun vezér lovas sírjának osztófala is ebből a helyi kőzetből készült. Az ásatások során egy - a kunok által használt - áldozati, szertartási oltárkő is napvilágot látott. A példák bizonyítják a kőzet sokrétű középkori alkalmazását.

Az 1940-es évektől indult meg e kőzet tudományos vizsgálata (*Mihált z István, Mihálttzné Faragó Mária, Mucsi Mihály*). E szerzőknél „réti mészkő", „édesvízi mészkő", „édesvízi karbonát képződmények" illetve „tavi mészkő" néven szerepel. A korszerű, mindenre kiterjedő monografikus vizsgálatát *Molnár Béla* professzor végezte el, s tisztázta keletkezésük körülményeit az 1980-as években.

Bebizonyosodott az elkövetett hibák során, hogy a műemléki restaurálási alkalmazásuk előtt a ma beszerzett, kiegészítésre használt kőzetanyagot látnia kell geológusnak. Az egyik műemléki helyreállításnál ugyanis a felfalazás felszínére válogatás nélkül rakták be a viszonylag fagyálló és a fagyérzékeny darabokat. Itt tavasszal újrabontásra, helyreállításra és utólagos konzerválásra volt szükség.

E kőzet 1700-as évektől való, újkori építészeti és néprajzi vonatkozású felhasználása külön érdekesség, s e témakörből is bőséges adat áll a kutatók rendelkezésére.

KASÓ Attila (Miskolci Bányakapitányság): A kőbányászattal kapcsolatos engedélyezési eljárások gyakorlati tapasztalatai

A *Miskolci Bányakapitányság* több mint 90 éve felügyeli a bányászatot. Illetőségi területe napjainkban Nógrád, Heves, Borsod-Abaúj-Zemplén, Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár-Bereg megye. Jelenleg 254 földalatti és külszíni bányát felügyel, ebből 44 kőbánya, és további 7 bánya termel követ is. A Miskolci Bányakapitányság nyilvántartásában 148 megszűnt kőbánya szerepel. 2002. évben 51 kutatási kérelemből 8 irányult kőanyag kutatására. Magyarországon jelenleg 143 működő kőbánya van, amelyek éves termelése 8,637 millió tonna. Az Észak-magyarországi kőbányák a hazai kőtermelés 61 %-át (5,281 millió tonna/év) adják.

A bányahatósági eljárás részei a kutatási engedély kiadása, a kutatási műszaki üzemi terv, majd a kutatási zárójelentés elfogadása, a bányatelek megállapítása, a termelési műszaki üzemi terv, a tájrendezési előterv, a bányabezárási terv, a tájrendezési terv elfogadása. A bányanyitáshoz örökségvédelmi, erdészeti, környezeti hatásvizsgálatok készítése is szükséges. A bányahatóság a bányatörvény mellékletében szereplő szakhatóságok bevonásával hozza meg döntéseit.

A kitermelt ásványi nyersanyag és geotermikus energia után az államot részesedés, bányajáradék illeti meg. Az ásványi nyersanyagok és a geotermikus energia természetes előfordulásukban kizárólagos állami tulajdont képeznek. Az ásványi

nyersanyagok és a geotermikus energia tulajdonjoga elválik a lelőhelyüket érintő ingatlanok tulajdonjogától. Az állam a bányajáradék ellenében átruházza a kitermelt ásványi nyersanyag, geotermikus energia tulajdonjogát a kitermelés jogosítottjára. A bányajáradék az ásványvagyon-gazdálkodás egyik legfontosabb eszköze. Ennek új szabályozása 2004. január 1-től hatályos. A bányajáradék összegét az állam, mint tulajdonos határozza meg érték-elv, és nem a kitermelési költségek vagy piaci nyereség alapján. A bányajáradék kiszabásának új rendjétől a területi kiegyenlítődés, a bányák forgalom és hitelfelvevő képességének javulása, a jogosulatlan bányászat visszaszorítása várható. Remélhető, hogy a bányászat újra a gazdaság vérkeringésének fő vonalába kerül.

Dr. GÁLOS Miklós **(BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék): Külső és belső kőburkolatok kialakítása és a felületi tulajdonságok értékelése**

Az építési kőanyag termékek felhasználása már a XX. század közepétől a burkoló kövek felé tolódott el. Kihasználva a kőzetek kedvező tulajdonságait az építészek azokon az épületeken, azokon a helyeken, ahol szépséget, tartósságot, gazdagságot, erőt, monumentalitást óhajtanak kifejezni, előszeretettel építenek be különböző köveket. Természetesen az igények megkövetelik a kőzettulajdonságok megfelelő ismeretét, hogy az adott célú felhasználás alkalmassága megítélhető legyen.

Az *MSZ 18294:1986 „Építőkövek”* című termékszabvány fogalmi rendjében a burkolóköveknél a „külső”, „belső” beépítést, illetve a „nem járható”, „járható” használati módot kell az alkalmasság megítélésénél figyelembe vennünk. Az igények növekedése, a kor technikai színvonalának megfelelően a kőzettulajdonságok célnak megfelelő ismertét, előírásokkal szabályozott tulajdonságainak megismerését követeli meg.

Burkolóköveknél is, mint minden építési kőanyagnál alaptulajdonság a kőzettani, műszaki szempontból a kőzet szöveti tulajdonsága. Ez alapozza és határozza meg az alkalmasság megítélését biztosító tömegösszetételi, azaz sűrűségi, tömörségi és víztartalmi tulajdonságait, a szilárdsági és alakváltozási tulajdonságait, azaz nyomó-, húzó- és hajlítószilárdságát, időállósági tulajdonságait, azaz faggyal és egyéb hatásokkal szembeni ellenállóképességét, felületi tulajdonságait, a feldolgozás és beépítés technológiájából fakadó szerzett tulajdonságait. Burkolókövek esetén igen fontosak a felületi tulajdonságok, mint a kopással szembeni ellenállás, a felületgeometriai, a csúszással szembeni ellenállás és a felületoptika (szín, fényesség), valamint ezek időbeni változása.

Külső és belső, nem járható, - fal, oszlop, mennyezet stb. - burkolatoknál első sorban a felületoptikai tulajdonságokat és a szerelési tulajdonságokat (például kapocslyuk kiszakadással szembeni ellenállóképesség) kell meghatározni.

A járható kőburkolatok fontosságát mutatják az *MSZ EN 1341:2002 „Természetes építőkőlapok külső elhelyezésre. Követelmények és vizsgálati módszerek”* és az *MSZ EN.1342:2002 „Természetes útburkoló kövek külső elhelyezésre. Követelmények és vizsgálati módszerek”* című európai termékszabványok. A járásbiztonság megítélésénél elemezni kell azt a kölcsönhatást, amely az emberi járás és a beépített kőzet tulajdonsága, illetve a burkolat felületi megmunkálása között van.

A burkolatok csúszási ellenállásának meghatározására, az útépítés igényeit szem előtt tartva, Angliában fejlesztették ki az ún. ingás vizsgálati módszert, amelyet a hivatkozott két európai szabvány USRV (Measurement of **U**npolished **S**lip **R**esistance **V**alue) eljárásnak, az MSZ *18290-5:1984 „Építési kőanyagok felületi tulajdonságainak vizsgálata”* című szabvány SRT (**S**lip **R**esistance **T**est) módszernek nevez.. A csúszási osztályokra az *MSZ 18294:1986 „Építőkövek”* című

termékszabvány szerepeltet határértékeket.

A *DIN 51130 (1992)* számú szabvány szerinti vizsgálat a járófelületnek azzal a dőlésszögével fejezi ki a csúszásveszélyt, amelynél az adott mintázatú vizsgáló bakancsot viselő személy a lejtőn való járáskor megcsúszik. Ennek alapján R10 - R13 jelöléssel ad csúszásveszélyességi csoportokat. Vizsgálattechnikai utasításokat és különböző rendeltetésű burkolatokra csúszásveszélyességei csoport előírásokat tartalmaz a *ZH 1/571-1989 „Merkblatt für Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit erhöhter Rutschgefahr"* című előírás-gyűjtemény.

A csúszásveszély megítélésénél fontos felületi tulajdonság a mikroérdesség. Az átlagos magassági eltérés sima felületeknél század, érdes felületeknél tized milliméter nagyságrendű. A felületi érdesség meghatározza a felület névleges súrlódási tényezőjét, amely az emberi járásnál a talp (vizsgáló bakancs) és a járólap felülete között kialakul.

A *BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék* kőzetlaboratóriumában a kétfajta módszerrel meg határozott csúszási ellenállás minősítő jellemzői között - különböző kőzetek felhasználásával készített burkolatokon végzett méréseink és laboratóriumi kísérleteink tapasztalatai alapján - dolgoztunk ki az átszámításra összefüggéseket.

KÜRTI István **(Kie Bt.): További gondolatok az építőkő vizsgálati szabványok alkalmazásáról**

Az MSZ EN szabványokban leírtak hosszú idő óta foglalkoztatják a természetes építőkövek vizsgálóit. A vizsgáló berendezésekkel, az eredmények kiértékelésével és felhasználásával az elmúlt két évben több előadás és folyóirat-cikk foglalkozott.

A vizsgálati módok közül az előadás a nyomószilárdság vizsgálatát járja körül. A *Műegyetemen* mintegy 125 éve vizsgálnak laboratóriumban kőanyag nyomószilárdságot, s mintegy két évtizeddel ezelőtt egy teljesnek mondható anyagvizsgálati rendszer egy vizsgálati módjaként készült el a magyar nyomószilárdsági vizsgálati szabvány.

Az előadásban a vizsgálati módszer és kiértékelés néhány szempontját ismerteti a szerző. Ezek alapján alakítható ki az a vélemény, hogy az eredményeket csak akkor lehet összehasonlítani, ha a vizsgálati módszerek azonosak, illetve ha ismerjük a vizsgálati körülmények különbözőségének a hatását. S ez a hatás jelentős és nem elhanyagolható. Az előadás ezeket a hatásokat igyekszik összefoglalni.

Dr. TÖRÖK Ákos **(BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék): Felületi károsodások durva mészkő műemlék épületeken**

A porózus durva mészkő a miocén korban keletkezett kedvelt építő és díszítő kőzet, amelynek hazánkban számos változata ismert. A legfontosabb előfordulási területei közé tartozik a Budapest és környéke (Kőbánya, Budafok, Sóskut), a Bakony térsége (Öskű), Sopron környéke és a Lajta-hegység Ausztriában. Jó faraghatósága és kis testsűrűsége miatt ezeket a kőzeteket széles körben alkalmazták a műemlék és középületek építésénél országszerte. A könnyen megmunkálható kőzet azonban a környezeti hatásokra, különös tekintettel a légszennyeződésre és fagy hatására igen érzékenyen reagál, amely változatos felületi károsodások formájában jelentkezik. Ez a műemlékek esztétikai értékének csökkenésén túl, a kőzet felületek és épületek állagromlásához vezet. A Jáki templom, a Mátyás templom az Országház és a Citadella példáján keresztül a legfontosabb felületi károsodásokat lehet megismerni.

Az elváltozás típusok morfológiai alapon az alábbi típusokba sorolhatók: mechanikai mállás, felületi oldódás, felületi lerakódás, mállási kéreg képződés. A kéreg képződés, talán az egyik legsűrűbben előforduló mállási jelenség. A durva mészkövön kialakuló kéreg a kőzet károsodását okozza, és a kéreg leesésével vagy eltávolításával a kőzetanyag károsodik. A mállási kérgeket színük alapján is osztályozhatjuk. A világos kérgek közül ismertetésre kerül a fehér vastag mállási kéreg, fehér vékony mállási kéreg, ezek leválása, fellevelesedése, felhólyagosodása. A sötét kérgek közül

azonosítható típusok a porkéreg, a sík fekete kemény kéreg, a gömbös mállási kéreg és ezek leválása felpúposodása, felhólyagosodása, kéreghámlás formájában (Török 2002). A sötét és világos kérgek felhólyagosodása és felpúposodása relief kialakulásával járó folyamat. Ezek hatására illetve az ezt követő kéreg leválással lekerekített felületek jönnek létre, és a kéreg alatti kőzet porlódik, kipereg. Mindezek gyors felület hátráláshoz és intenzív kőzetanyag pusztuláshoz vezetnek. A kérgek ásványtani összetétele is változó. A röntgen diffrakciós és derivatográfos vizsgálatok alapján a gipsz, mint másodlagos ásvány nagy mennyiségben megjelenik a kérgekben. Ez a mészkövet alkotó kalcit és a légkörből származó kén vegyületek reakciójából keletkezik. A kérgek fekete színét a légkörből leülepedő szén dús por szemcsék (pl. korom) okozza.

A kérgek és a beépített kőzet állapotáról helyszíni roncsolásmentes vizsgálatokkal (pipás vízbeszívás, Duroszkóp, Schmidt kalapács) is tájékozódhatunk. A világos kérgek több esetben nagyobb felületi szilárdsággal rendelkeznek, mint az alapkőzet (Török 2003). Ez abban is megnyilvánul, hogy nagyobb vízzáróságot mutatnak, amely a pórusok cementációjával (gipszes és kalcitos) magyarázható. Ennek megfelelően egy kemény vízzáró réteg alakulhat ki a kőzeten. Amíg a kéreg összefüggő, addig „védi" a kőzet felületét, de amint elkezdődik a kéreg leválása a felület jelentős károsodást mutat.

Mindezek a vizsgálatok hozzájárulnak a beépített durva mészkő viselkedésének megismeréséhez, és alapul szolgálnak a megfelelő restaurálási módszerek kiválasztásához.

Irodalom:

Török Á. 2002. Oolitic limestone in polluted atmospheric environment in Budapest: weathering phenomena and alterations in physical properties. In: Siegesmund, S., Weiss, T., S., Vollbrecht, A. (Eds.), *Natural* Stones, *Weathering Phenomena, Conservation Strategies and Case Studies.* Geological Society, London, Special Publications 205, 363-379.

Török Á. 2003. Surface strength and mineralogy of weathering crusts on limestone buildings in Budapest. *Building and Environment,* Elsevier, 38, 9-10., 1185-1192.

***BALOGH Miklós* (Reneszánsz Rt.): A magyar kőipar helye és lehetőségei a nemzetközi trendek figyelembevételével**

A magyar díszítőkőipar lehetőségeinek tárgyalása előtt vizsgáljuk meg a díszítőkőipar világpiaci helyzetét:

- Az elmúlt évtizedben a természetes anyagok iránti igény növekedésével a kőpiacon növekvő igények jelentkeztek.
- A növekvő igényekhez hasonlóan növekedett a termelés, de jóval nagyobb a növekedés üteme a termelésben, mint az igényekben.
- A hagyományosan erős kőiparral rendelkező országok mellett új országok jelentek meg (pl.: Kína ma a világ legnagyobb kőtermelője).
- Ezzel egyidőben az EU országokon belül a gazdasági növekedés lelassult (pl.: Németország).
- Az európai díszítőkőipar válasza a kőipar meghatározó elemének, a feldolgozó iparnak a rohamos fejlesztése, és a minél magasabb színvonalú termékek előállítása. „Eredménye" a 4-6 éven belül erkölcsileg amortizálódott technológia.
- Ennek pótlására óriási összegek szükségesek.
- Következmény az erős szakosodás az egyes technológiai fázisok elvégzésére (pl. vágás, csiszolás, stb.).

Ebben a piaci környezetben kell a magyar díszítőkőiparnak a versenyben helyt állni:

- Az elmúlt években nálunk is gyors a növekedés (cca: évi 1020% körüli többletigény).
- Ez az idei évtől legalábbis stagnál, de előfordulhat csökkenés is.
- A díszítőkőipar szereplőinek ez kényelmes állapot volt, sőt az igények kielégítésére egyre több cég alakult (következménye, hogy Magyarországon jóval több cég foglalkozik kő értékesítésével, mint más hasonló nagyságú országokban).
- Ránk is jellemző más országokhoz hasonlóan a túlkínálat.
- Nálunk viszont nincs meg a válasz arra, hogy a csökkenő beruházások általi kiesést a magánépítkezéseken történő növekvő eladásokkal pótoljuk.
- Európa más országaiban közös marketinggel, a díszítő kövek népszerűsítésével próbálják a nagyberuházások csökkenéséből adódó kiesést pótolni.
- Magyarországnak még nincs erre válasza.

Néhány adat a hazai díszítőkőiparról saját számításaink szerint:

  - Az éves felhasználás 200-250 ezer m^2;
  - ez a nagyberuházások csökkenésével 50-100 ezer m^2-re csökkent, ezt kellene a magánházas építkezésekkel pótolni;
  - ezek az igények azonban gyors, magas minőségű és olcsó termékeket igényelnek.

- Ebben a helyzetben csak a magas technológiai üzemekkel lehet versenyben maradni. A kisebb mennyiségű egyedi igényeket már nem lehet egy messzi távolban lévő üzemből hatékonyan kielégíteni.
- A megoldás a megrendelőhöz közeli nagy kapacitású, magas színvonalú technológiák telepítése.
- Ez sok pénzt igényel, sok pénzt igényel a cég készletezése (nagy a választék, a kismegrendelő az árubőséget szereti).

Fölmerül a kérdés, van-e lehetősége a magyar díszítőkőiparnak a hazai piacon kívül is?

- Volna! Van egy terület, amelyben a világ vezető országaihoz tartozunk, természetesen nem mennyiségi, hanem minőségi szempontok alapján. Ez a

kőfaragás, kőszobrászat.

- Sajnos az esélyeink ebben is csökkennek, az utolsó órában vagyunk ahhoz, hogy az elmúlt évtizedet jellemző szakmai oktatásokban jelentkező rosszirányú trendeket megfordítva ott maradjunk a vezető országok között. A megfelelő oktatás azért fontos, mert a díszítőkőiparban szubjektív döntések sorozatát kell hozni, ehhez viszont komoly felkészültségű, nagy tudású szakemberek szükségesek Az oktatást ki kell terjeszteni a mérnökökre is.
- Tudomásul kell vennünk azt is, hogy állami támogatás nélkül a díszítőkőiparnak magának kell az oktatás problémáját megoldania, mivel ez a terület egyetlen kormány számára sem volt fontos (kicsi a volumen).
- A természetes kövek népszerűsítéséhez (pl. környezetbarát kertépítés, kőkultúra) magas színvonalú marketing munkát kell végezni.

Vízió tíz év múlva:

- Cca. 10-15 cég látja el a hazai díszítőkő igényeket a jelenlegi 50 cég helyett.
- Arra nincs válaszom, hogy ezek magyar tulajdonban lesznek-e.
- Úgy gondolom, hogy a Magyarországon fellelhető díszítőkövek bányászata a jelenlegi szabályozások mellett nem lendülhet fel.

***RADVÁNYI György DLA* (BME Középülettervezési Tanszék): A kő szerepe a mindenkori építészetben**

A kő örök anyag az építészet, a művészetek eszköztárában, jelen van a civilizáció történetének nagy korszakaiban. Környezetünk elképzelhetetlen nélküle. Jelenjenek meg bár új anyagok, a kő szerepe, jelentősége megmarad. Alkalmazási területei változhatnak, áthangolódhatnak ugyan, de a tartósság, célszerűség, szépség fogalmak évezredek óta a kőhöz kötődnek.

Történeti korok építészetében sokrétű, gazdag alkalmazásokkal találkozunk. Természetesnek tartjuk a kő jelenlétét. Az emlékek, látnivalók egy alkotás tanulmányozásakor a részleteket, a motívumokat, stílusjegyeket, a kort figyeljük, figyelmünk csak ritkán irányul az anyagra, a technikára, a mesterre – sokszor névtelen, aki azonban jelenlétének hűségesebb és kortalanabb tanút nem is választhatott.

A történeti példatár értékes válogatásait ismerjük. Ismereteink elég gazdagnak mondhatók. Kevésbé igaz mindez napjaink példáit illetően. A történeti korokat követően, mintha kimaradt volna, vagy kevésbé fontos időszakát élte volna meg a kő. Létezik-e határvonal a történeti korok és napjaink építészete között?

A történeti korok és napjaink építészetének határát *Szentkirályi* tanár úr jelölte meg „Az építészet világtörténete" záró fejezetében. Határkőként *Le Corbusier* ronchampi zarándokkápolnáját említi. Határkőnek mondja, az építés „poézisének" csúcsaként ehhez a műhöz köti a 20. század építészetében bekövetkezett fordulatot. „Ez a határkő, ameddig az építészet történeti korszaka tart. Ami utána következik, az már napjaink építészete."

Fontos ismernünk ezt a meghatározást, fontos ismernünk a művet, amihez kötődik és fontos kiemelnünk a ronchampi zarándokkápolna születésének néhány ritkán említett mozzanatát. Segítenek megértenünk napjaink viszonyát a kővel.

Ronchamp a 17.század közepétől ismert zarándokhely. A Mária kegytemplom a második világháború alatt pusztult el. A helyén épült 1950-55 között a *Le Corbusier*-i életmű legkiemelkedőbb alkotása. A megbízás igen egyszerűen szólt, külön kérés csupán annyi volt – a kápolna építéséhez használja fel az egykori templom köveit.

Le Corbusier két választ is adott, mindkettő határozottan kizárta a kő közvetlen jelenlétét a kápolna építészeti formálásából, mégis megfelelt a kérésnek. Áttételes, mély jelentést adott mindannak, amit a kövek közvetítenek.

Mementóként a kápolna szabadtéri oltárterével átellenben egy lépcsős piramis jellegű építményt emelt az elpusztult templom köveiből. A kövek egy részét pedig beépítette a kápolna vasbeton szerkezetei közé, s meglehet kívülről, belülről eltakarta, de ezek a kövek *Couturier* apát kérésének megfelelően „jelen vannak".

Ezeket a válaszokat félre is lehetett érteni. A ronchampi válasz ebben az értelemben is határt jelöl. Egy viszony, egy anyag használatával kapcsolatos magatartás változott. A kő egy időre átadta helyét a betonnak, vasbetonnak. Különösen ott, azokon a helyeken, ahol a múlt jelenléte nem kívánt, nem kapott ilyen nemes szerepet. Ahol a folytonosság megszakadt.

A jelenség itthon és a világ építészetében elég általánosnak mondható. Hosszú időn keresztül szinte egyedüli terület a műemlékvédelem, ahol megmaradt a műves kőmunka. Alig jelentek meg új alkalmazások, s ha igen, alapvetően a kőlapok, lapburkolatként, temetőkertek sírkövei és az egyszerű építőkő a köznapi felhasználásban. A terekről, az épületekről eltűntek a textúrák, a színek, a meglévő épületállomány homlokzati elszennyeződtek, az épületeknek rendeltetésükhöz, technológiájukhoz szabott élettartamot terveztek.

Még a nagy múltú, a kőhöz szinte korlátlanul hozzáférő építőkultúrák sem tudtak szembeszállni az erős áramlatokkal – csupán néhány kivételes példát hozhatunk fel ebből az időszakból, mint *Carlo Scarpa* munkássága, a kövek rajzolatának, tagozatok kialakításának egyszerű, különös új megoldásaival.

Bezártak bányák, csupán a közelmúltban találkozunk újbóli megnyitásukkal, egyfajta újrahasznosításukkal. A figyelmet visszavezetni, a kőanyagok helyét ismét megtalálni, egészen rövid idővel ezelőtt kezdte újra az építészet.

A modern nagy kísérletei a kőlapokkal megszakadtak, a burkolatok szintjén is egészen egyszerű palettáról lehetett választani. Különös elismerés illet egy-egy olyan lépést, mint az Astóriánál épült irodaépület homlokzatán *Zalaváry Lajosnak* köszönhetően ismét felbukkant hagyományos lángolt felületű kőlapok alkalmazását.

Jóllehet nem tér vissza az az idő, amikor szerkezeti anyagként is meghatározó volt, mégis olyan érdekes alkotások irányítják a figyelmet a kő építészeti alkalmazásai felé, mint *Gilles Perrodin* Vauvert-i pincészete, hatalmas méretű, szerkezeti kőtömbjeivel, vagy *Kenzo Kuma* Tochigiben lévő kőmúzeuma, a homogén kő falszerkezet tömör, áttetsző és nyitott elemek játékával.

A mindennapok világába, tereink, épületeink, berendezési tárgyaink között is fel-feltűnik a kő gyakran egészen egyedi helyzetben és formálással.

Gazdag pécsi munkásságát követően *Dévényi Sándor* Szent Gellért téri forrásháza jelzi, lehet, hogy az idő, az áramlatok nem kedveznek egy időre a kőnek, azonban mintha misem történt volna, olyan műves megoldások születtek, olyan szakmai háttér működött, ahol megmaradtak az ismeretek, biztos, tapasztalt kezekben.

Örök a kő és örök az a szakma is, amelyre ilyen biztosan építhet az építészet.

Dr. JANOTTI Judit (Kulturális Örökségvédelmi Hivatal): Tapasztalatok a Budai Vár műemlékeinek helyreállítási munkáinál

Mottóként álljon itt egy idézet *Jókai Mór*: „A kőszívű ember fiai" c. regényéből:

„Ami volt a púni népnek Carthagó, Izraelnek Jeruzsálem, a keresztény világnak a Szent Föld, a franciának Párizs, az orosznak Moszkva, az olasznak Róma -, az volt minekünk Budavár..."

Buda, mint minden hajdani rezidenciális város, és mint minden főváros, a maga sorsában az ország jelenének és múltjának a tükre. A Budai Vár műemlékei a látogatóknak a különböző stíluskorszakok emlékeit - a gótikától a reneszánszon át a barokk és a copf stílusig, majd a klasszicizmuson, az eklektikán, a neobarokkon keresztül a modern építészeti alkotásokig - mutatják be. „A Budai Vár mai építészeti együttese - csakúgy mint minden régi város - kőből faragott, téglákból rakott történeti olvasókönyv. Lapjai házak, betűi stílusformák, tördelésük utcarend.", ahogy találóan megfogalmazta a Vár legendás kutatója *Zolnay László*.

És még egy idézet *Granasztói Pál* tollából, akinél tömörebben, okosabban, szívet melengetőbben senki sem tudná megfogalmazni a Budai Vár lényegét: „A Várnak az idők formálta egysége van, történetisége van, és ez több. Több, mert többrétű, gazdagabb, mint az egy építészeti korszakból való városrészek egysége, stílusa. Ez a történetiség olyan módon lényege, mint a sokat, sokfélét megért embernek az egyénisége, ami redőzi arcukat és formálja vonásaikat, olykor hajlítja hátukat. Nem látványos, pompázatos, maskara- vagy díszletszerű, hanem szerény, eltöredezett, de mindig minden porcikája valóságos, hiteles." Hét évszázad változó történelme, megpróbáltatások, pusztulások és újrakezdések tették azzá a Várat, ami. Valaha üres dombhát, legelő és szőlődomb volt, majd a tatárjárás után fényűző város, királyi székhely lett, a török hódítás idején - másfél évszázadon át - lassan sorvadt, visszafoglaláskor pedig oly mértékben elpusztult, hogy ép háza alig maradt. Újra épült, újra főváros, kormányzati negyed, 1848-ban forradalmi harcok, véres ostromok színtere, majd a Habsburg-uralom pillére lett. A II. világháború alatt újra elpusztult. A Vámegyednél, a Palotánál siralmasabb romhalmazt 1945-ben aligha lehetett látni Magyarországon. És most, nagyjából ismét ép, bár a déli részén még láthatók lassan gyógyuló sebek (a volt Hadügyminisztérium és a Szent György tér nyugati oldala).

A Kerületi Építési Szabályzat, amely a Várra is vonatkozik, kimondja, hogy a történeti környezetben hagyományos anyagokból, a környezetbe illeszkedő épületeket szabad építeni. Mik ezek? Kő, tégla, vakolat. A hagyomány..., nagyon helyesen a hagyomány tisztelete. De mit tegyünk a meglévő tönkrement, elöregedett kőfelületekkel, a porladó, töredező kő-faragványokkal, kőtagozatokkal? Milyen fajta köveket használjunk a pótlásnál, a cserénél? Melyik az a kőfajta, ami a Várban igazán honos? Évtizedes műemléki vita, hogy szabad-e a vári lakóházak durva vagy puhamészkő lábazatait keménymészkőre cserélni, isten bocsáss, még ki is szellőztetni? Hogyan állítsuk helyre és mutassuk be a XIII. sz.-i várfal maradványokat, amikor a régészeti feltárás után az építkezés idejére már alig marad belőle valamicske? Hogyan egészítsük ki a megmaradt töredékeket, hogy érthető, esztétikus és még használható is legyen? Ezek azok a kérdések, amivel a műemlék-felügyelő nap, mint nap találkozik. Megpróbálok néhány konkrét példán választ adni e kérdésekre.

Friss példa a **Kapisztrán téren** épülő **Anyou Residence appartmannház**. A lakóház tervezését gondos régészeti feltárás előzte meg. Mint várható volt - hisz a *Budapesti Történeti Múzeum* szakemberei már jobbára tudják, hogy mit hol kell keresni - az ásatás során előkerültek a XIII. sz.-i várfal maradványai, mintegy a *Hadtörténeti Múzeum* udvarán már feltárt fal folytatásaként. A Múzeum udvarán a 80-as években feltárt középkori várfalat helyreállították és bemutatták. A helyreállítás mit jelent? A meglévő falazatot konzerválták és új falazattal kiegészítették, ráfalaztak. A régi és az új felület elég jól megkülönböztethető egymástól, még ha nincs is didaktikai csík. Az új kőanyag hasonló a régihez, a falazó habarcs és a fuga hagyományos, „középkorias", durva szemcseszerkezetű, világos színű. Bár a fugák kissé peregnek, az időjárási viszontagságok ellenére a falazat állapota megfelelő, látszik, hogy az akkori mesterek jól dolgoztak. Most nézzük a mi új várfalunkat, aminek egyes részei ráadásul fedett térben lesznek. A ciklop-szerűen rakott fal és a jó erős, sötét cementes habarcs láttán elszörnyedtem. Kérésemre kiszedték a piros didaktikai csíkot. Az építkezést leállítottam és kő-restaurátor felügyeletét írtam elő. A restaurátor mintafelületet készít, meghatározza a falazóanyag és a fuga receptjét. Az építési engedélyben előírtak ellenére a Megrendelő takarékoskodni akart, és egy olcsó, „kőműves" szinten dolgozó kivitelezőnél rendelte meg a munkát. Sajnos az építtetőkkel nagyon nehéz megértetni,

hogy egy középkori várfal helyreállítása restaurátori szakmunka és nem kőműves munka.

A Várat körítő, meglévő várfalak helyreállítása, folyamatos karbantartása sem egyszerű feladat. A folyamatos javítások mindig nyomot hagynak a felületen. De ez nem baj. Egy érdekes esetről számolnék be a Bécsi kapu előtti ún. **Európa park várfalának** a helyreállítása kapcsán. A többszöri helyreállítás ellenére kb. 10-15 évenként az Európa parki várfal egy szakaszán folyamatosan kiomlottak a kövek, csúnya kiromlás keletkezett a felületen. A tervek szerint vasbeton réteggel kipótolták volna a romlást, majd beburkolták volna kővel. A kolléganőm ezt a tervet nem fogadta el. Először is a romlás okának a megállapítását kérte. Az látható volt, hogy a romlást időszakos vízkimosás okozza. De honnan jön ez a nagy mennyiségű víz? Hidrogeológiai vizsgálatokkal és megfigyelésekkel, vízmegfestéssel megállapították, hogy a várfalon belül lévő *Táncsics M. u. 15.* sz. lakóház egyik földszinti lakásának konyhája alatti kút bizonyos rendszerességgel az Európa parki várfal vizsgált szakaszán ürül ki. A kútba szivattyút tettek, a várfalat pedig hagyományos módon a kőfalazattal kijavították, elfelejtve a vasbeton megerősítést. Ez az eset jó példa arra, hogy egy-egy helyreállítási munka itt a Budai Várban milyen összetett feladat.

A pár éve helyreállított **Bécsi-kapun** keresztül térjünk vissza a Kapisztrán térre. Itt áll Buda második legjelentősebb temploma: a **Mária-Magdolna templom**. A második, mert a középkorban nagy rivalizálás folyt a két templom között, mármint a Mária-Magdolna és a *Budavári Nagyboldogasszony - ma Mátyás - templom* között. A Mária-Magdolna templom a tatárjárás után Felhévízről a várba feltelepült magyar lakosság plébániája volt, 1257-ben már állt, egy hajóval, szögletes szentéllyel. A plébánia és temploma mindig is szerényebb és szegényebb volt, mint a *IV. Béla* által építtetett Nagyboldogasszony templom, amely a várba települt német lakosság plébániája volt. Talán épp a versenyezés miatt a XIV. században meghosszabbították a Mária-Magdolna szentélyét, bazilikális, háromhahós templommá alakították. Nyugati tornyát a XV. században kapta. Ma már sajnos csak impozáns, barokk befejezésű tornya áll és romkertként helyreállítva az alaprajza. Az 1948-as állapotáról fénykép áll rendelkezésre. Bűn volt az elbontása, politikai akarat, pedig könnyen helyre lehetett volna állítani. Sajnos *Dercsényi Dezsőnek* és munkatársainak ezt a templomot nem sikerült megmentenie, mint a *Batthyány téri Szent Annát*. De térjünk vissza a

toronyhoz. A felülete a műemléki elveknek megfelelően lett helyreállítva, több helyen megtartva az eredeti köveket, ahol pedig szükséges, új kövekkel való kiegészítést kapott. Valószínűleg megfelelő fajtájú kővel történt a pótlás, mert az eredeti kövek nem mentek tönkre, a felület még mai is megfelelő minőségű. A teljesen megsérült, leomlott részeket pedig téglával pótolták, itt is tiszteletben tartva a műemléki helyreállítás szabályait (gondolok itt a sokat kritizált *Velencei Carthára*) A torony felstokkolt, pikkelyezett kőfelületeiből világosan látszik, hogy vakolva volt. És itt a mai műemlék-helyreállítás másik nagy dilemmája: fessük a követ vagy ne? Egyértelmű, hogy eredetileg a legtöbb kőfelület festve, vakolva volt. A magyar „kartás" műemlékvédelem natúr kőfelületeket restaurált, megszoktuk, hogy a középkorhoz a szürke kváderkő tartozik. Lásd a *lébényi templom*-belsőt. *Dragonits Tamás* mesélte el, csak komoly harcuknak köszönhetően sikerült elérni, hogy a Mátyás templom belső díszítőfestését az 1972-es helyreállításkor restaurálták és nem meszelték fehérre a felületet. A véleményem, hogy a homlokzati kőtagozatokat, ablakkereteket a mai időjárási viszonyok miatt nyugodtan le lehet festeni, természetesen a kőfelület érvényesülésével, ún. lazúrozással. A legutóbbi homlokzati helyreállításkor - 3 éve - a **Budapest Hilton Hotel** ablak-tagozatait a homlokzati tagozatokkal együtt lefestették, ellenben a kb. 2 éve készült **Táncsics M. u. 1.** sz. alatti *KÖH* hivatali székház ablakkereteit natúr kőfelülettel restaurálták. Figyelemre méltó a *Kulturális Örökségvédelmi Hivatal székházának* frissen restaurált gyönyörűséges barokk bejárati kapuja. A két puttó közül az egyik restaurálásra és kiegészítésre került, a másik újra lett faragva. A lábazat is újonnan készült, sőt ki is lett szellőztetve. Számomra komoly problémát okozott, hogy szabad-e hozzájárulnom ahhoz, hogy az eredeti durva mészkő lábazatot keménymészkőre cseréljék. Végül a műemlékes felett győzött a műszaki szemlélet, elsődleges a korrekt, tartós, jó műszaki megoldás. Ezért járultam hozzá a kiszellőztetéshez és a kövek közül a lehető legrusztikusabb, durvára munkált római travertint választottam. Úgy érzem, hogy a nagyon precíz tervezésnek és kivitelezésnek köszönhetően a lábazat szép lett, esztétikus és műemléki szempontból sem kifogásolható.

A II. világháború utáni első vári felújításkor a **lakóházak tönkrement lábazatait** általában sóskúti puhamészkővel állították helyre. Kivétel persze a századelőn épült nagyobb intézmény épületek, ahol a díszes, mai napig jó állapotban lévő lábazatokat

tardosi vagy piszkei vörös-kőből faragták. (**Bécsi kapu téri evangélikus templom, Tudományos Akadémia**). A 80-as évek felújításakor az utólagos vegyi falszigetelés mellett több helyen a lábazatokat is keménymészkő lábazatokra cserélték. Mivel a vegyi szigetelés nem sikerült túl jól, ennek az eredménye az lett, hogy a lábazat egész jó állapotban van, de fölötte a vakolat teljesen tönkrement a felszívódó nedvességtől. Míg a puhamészkő lábazaton a pára kiszellőzött és ott inkább maga a kőanyag pusztult, a keménymészkő lábazatok esetén a víz följebb kúszott, de mindenképp távozott. Mára már tudjuk, hogy keménymészkő lábazatot csak kiszellőztetett módon szabad alkalmazni. Bár, ha az én véleményemet kérdik, én sokkal jobban kedvelem a hagyományos, a kis barokk lakóházakon megszokott puha vagy durva mészkő lábazatokat. (Közben a vetítőn lepusztult, tönkrement, „kőpestises" lábazatokat látnak a **Táncsics M.** és az **Országház utcából**.) Említést érdemei az **Úri u. 54-56.** *sz. ház* kapuja a két kerékvetővel. A 60-as években divatos görömbei eljárással helyreállított kerékvetőkből az egyik teljesen tönkre ment, a másik viszonylag ép állapotú. Vajon mi a magyarázat?

A kőkeretek bemutatása vagy eltakarása a **Sándor Palota** homlokzati helyreállításakor is felmerült. A tervező és a kivitelező között élénk vita alakult ki, hogy a klasszicista homlokzaton elhelyezkedő kő ablakkereteket bemutassuk, vagy eltakarjuk, bevakoljuk? Az 1980-as helyreállításkor a kőkereteket natúr felülettel bemutatták. A tervező és a művészettörténész kutatásai szerint, valamint század eleji fotók alapján a kőkeretek le voltak vakolva. A kőkeretekből egyébként látszott, hogy szerkezeti elemként készültek és nem dísznek szánták őket, ahogy a klasszicizmusban általában szokásos volt. Végül az ablakkeretek a homlokzati vakolattal együtt vakolt felületet kaptak és csak a fölöttük lévő timpanonok, párkányok frízek kerültek tagozatként bemutatásra.

De térjünk vissza a Szentháromság térre. Egyik legjelentősebb templomunk a **Mátyás-templom** sürgős helyreállításra szorul. Talán most megcsillant a remény, hogy a *Bazilika* után kiemelt állami programként a templom teljes helyreállítása elindul. A teljes rekonstrukcióra, helyreállításra és a templom térszín alatti bővítésére hivatalunk elvi engedélyt adott. Az első háromhajós, bazilikális, franciás alaprajzú templom 1255-1269. között épült, majd *Nagy Lajos* uralkodása alatt német típusú csarnoktemplommá alakították. Ekkor készülhetett a prágai Parler-műhely ízlését

tükröző **Mária-kapu**, *János mester* kőfaragó műhelye által. A déli torony építése 1470-re fejeződött be. Egyik kedvenc képem, amelyen azt láthatjuk, hogyan nézett ki a Mátyás-templom a XIX. sz. közepén, mielőtt *Schulek Frigyes* átépítette, „meg-gótizálta". Ekkor kapta belső díszítőfestését is, amely *Székely Bertalan* és *Lotz Károly* keze nyomát őrzi. (Ez a díszítőfestés került felújításra az 1972. évi helyreállításkor, *dr. Zádor Mihály* tanár úr tervei alapján.) Még néhány kép az 1874-96. között folyó schuleki felújításról és a mai állapotokról.

Maradjunk még a Szentháromság téren. Kezdő felügyelőként első munkáim között szerepelt a **Szentháromság tér 6.** *Magyar Kultúra Házának* (akkor még csak Levéltár) keleti homlokzati felújítása. A romantikus épület szép, igényesen felújított kőfelületei, tagozatai és keleti erkélye a tervezők és a kivitelezők jó munkáját dicsérik. (Én még akkor nem sokat értettem a kőrestauráláshoz). Sajnos a déli főhomlokzat felújítása még várat magára. A téren találjuk a barokk **Szentháromság-szobrot**, amelyet a budai polgárság *Ungleich Fülöp* és *Hörger Antal* kőfaragók keze által 1712-13-ban emeltetett hálából a pestis járvány elvonulásáért. A szobor ugyancsak sürgős restaurálásra szorul, különösen a lábazati része. Gondolom ez még az eredeti kőanyag, a szobrok már újra lettek faragva keménymészkőből. Kedvenc terünkön még álljunk meg egy pillanatra és vessünk egy pillantást a volt **Budai Városházára**. Az épület több mint 70 évig épült 1702-től 1774-ig, három középkori lakóház helyén, több építési periódusban. A Szentháromság téri homlokzatát *Ceresola Venerio* olasz építész tervezte. Később az építkezést *Nepauer Máté* vette át, folytatva a korábbi épület nyugodt, egyszerű olasz barokk homlokzatát.

Évek óta jó ütemben folyik a **Halászbástya-rekonstrukciója**. Jelenleg az északi szárny helyreállítása történik, itt látható a kistorony szétszedve és a glédába rakott, beszámozott kövei a földön sorakozva. A **Híradástorony** helyreállítása a következő ütem lesz. De már tejes szépségében tárul elénk a frissen helyreállított **Északi torony**, valamint a szintén felújított Schulek-lépcsőt felülről lezáró **Pártás támfal**. A Halászbástya helyreállítása nagyon összetett, műszaki precizitást igénylő feladat, hisz a műemléki, esztétikai és a statikai helyreállítás mellett komoly utólagos szigetelések is készülnek. Ami sajnos nem igazán sikerült a kb. 15 éve felújított déli részen, ahol a boltozat alatt a **Hat Vezér szobra** található. Az utóbbi 15 évben már másodszor restaurálták a szobrokat, de mivel folyamatosan kapják hátulról a párát, állandóan

tönkre mennek. Ellenben a **Szent István szobor** restaurálása nagyon szépen sikerült, bár a talapzatán lévő domborműveknél a javítások kissé besárgultak az eredeti fehér kőhöz képest.

Előző terünktől kicsit északabbra található a **Hess András tér**. A névadás oka és gyökere a középkorig nyúlik vissza. Ezen a téren, az Ötvös utcában állt *Karai László* budai prépost, *Mátyás király* bizalmas emberének a háza. Ő volt az, aki Magyarországon elsőként 1472-ben a házában - amely ma még vitatott, de egyre inkább a Hess A. tér 4. sz.-ra gyanakszunk - meghonosította a könyvnyomtatást. Rómából Budára hívta a lengyel származású *Hess Andrást*, aki a nyomdát üzemeltette. Íme a **Hess A. tér 4.** sz. ház, ma egyemeletes, klasszicista ízű barokk épület, két kapuval, középkori részletekkel és ülőfülkékkel. Es mivel itt most a kőszépítésről beszélünk, álljon itt egy példa a jámbor jó szándékról, ami nagy károkat okozhat. A vendéglő új üzemeltetője megelégelve a barokk kapu és ülőfülkék elkoszolódott, lepusztult látványát, megbízott valakit, hogy csiszolja le a követ egy elektromos csiszolókoronggal. A jóember a kapunak a felénél tartott, amikor észre vettem, szóltam, hogy azonnal hagyja abba. Szóltam az üzletvezetőnek is, elmagyaráztam, hogy ezt restaurátori módszerrel lehet csak megtisztítani, lekezelni. Készséggel megígérte, hogy hív ilyen szakembert, de mire másnap újra arra jártam, láttam, hogy a munkát befejeztette. A gótikus ülőfülkéket is megtisztíttatta. Sajnos néha nem használ a jó szó, a magyarázat, csak a szankció. Szerencsére annyira nagy kárt nem okozott, egy gondos kőrestaurátor még helyre tudja hozni.

A Hilton Hotel pár éve történt homlokzati helyreállításáról már beszéltem. Ugyanekkor a volt dominikánus templom **Miklós tornyának** kőhomlokzata is felújult. A falfelületek felújítását restaurátori felügyelet mellett végezték, Mátyás király bautzeni emlékművének felújítását pedig restaurátor végezte. A templom romként megmaradt szentélyében a rossz, helytelen kőhelyreállítás iskolapéldáját láthatjuk. 1975-ben a szentély keleti sokszögzáródását romként konzerválták és mutatták be. A szentély fala és a burkolat közé 30 éve folyik be a víz, a szél és a csapóeső szintén károsítja a kőfelületeket. Az eredeti pillérkötegeket műkővel egészítették ki, mára a műkő és az eredeti kő csatlakozásánál arasznyi eredeti kövek estek ki, pusztultak el. Az ablakkönyöklők rétegesen szétváltak, teljes megsemmisülésűk már csak rövid idő kérdése. Felszólításom ellenére a tulajdonos önkormányzat a helyreállítást nem

hajlandó elvégezni. A nemtörődömség oka, hogy a területet a Hilton használja, ezért vitáik vannak egymással. A dominikánus szentély eredeti kövei pedig lassan megsemmisülnek. Nos, sajnos ilyen kudarcok is vannak a munkámban.

Végezetül beszéljünk egy kellemesebb témáról. A nemzetközileg is elismert magyar műemlékvédelem a középkori részletek, töredékek bemutatásában mindig is az élen járt. A bombázások, ill. a kutatások során a felszínre került középkori ablakmaradványok, töredékek bemutatása a Budai Várban - akárcsak Sopronban - szinte minden lakóház homlokzatán megtalálható. Nagyon sok jó példa van. Lássunk néhányat. Íme három kedvenc középkori eredetű lakóház az Országház utcából:

Országház u. 18. zárterkély és középkori ablak töredék bemutatása, az ablak kiegészítése. **Országház u. 20.** az egyik legépebben megmaradt budai középkori lakóház. Az 1686-os ostrom alatt is nagyrészt ép maradt. Eredetiben maradt meg az előreugró emeletet tartó, konzolos-ívsoros gótikus párkány. Rögtön utána következik az **Országház u. 22.** sz. lakóház, amelynek XV. sz.-i homlokzatán még szintén teljes szélességben konzolosan előreugrott az emelet. Az emeleti kiugrásból megmaradt XVI. sz. elejéről származó zárterkély alsó felületét reneszánsz rozettás sgraffito díszíti.

Amióta a Várban dolgozom, az erkély konzoljai ilyen gyalázatos módon vannak megpántolva. Már olyan avítt, hogy hiányozna, ha nem lenne. Példa egy szép kapu kiegészítésről az Anna utcából, a **Patika Múzeum** déli falán.

Érdekes és tanulságos munka volt a **Fortuna u. 18.** sz. épület helyreállítása *Reimholcz Péter* építésszel. Kőkonferecián lévén, itt csak a Kard utcai ablakokra térnék ki. A már megtervezett és meg is épített két rekonstruált bolt-ablak után nem sokkal a falazatból véletlenszerűen előkerült néhány faragott kőtöredék, amelyek értelemszerűen az eredeti bolt-ablakok részei voltak. Kérésemre és hivatalunk jelképes anyagi támogatására vita nélkül újratervezték és újraépítették a két íves ablakot, beépítve az eredeti középkori kőtöredékeket.

És végül egy igazi szenzációról szeretnék beszámolni. Tulajdonváltás alkalmával a magántulajdonú, egy lakásos **Táncsics M. u. 14.** sz. lakóház teljes műemléki helyreállítása jelenleg folyik A levéltári kutatásokból kiderült, hogy a lakóház északi kapualja a középkorban a telek déli oldalán helyezkedett el. Ebből rögtön középkori ülőfülkéket sejtettem és az építési engedélyben előírtam a déli szobai helyiség teljes

helyszíni kutatását. (Megjegyzem, hogy a jelenlegi északi kapualjban is található ülőfülke, amit eddig a szakirodalom a késő-törökkori időkre datált.) Tehát a BTM kutatása folytán a földszinti déli helyiségben - most szoba - középkori ülőfülkék kerültek elő. A szoba déli falán két ülőfülke látható és sejthető közöttük a harmadik is, amit statikai problémák miatt nem lehet kibontani. A helyiség északi falán is előkerült egy ülőfülke, sajnos megroppanva, sérülve. A tulajdonos az ülőfülkéket restauráltatja és bemutatja. Úgy érzem, hogy 2003. tavaszán a Budai Várban, az átélt háborús sérülések után, az 1960-as helyreállítások, majd az 1980-as években történt felújításokat követően a polgárvárosban középkori ülőfülkét találni nagyon nagy szerencse dolga.

A 70-es évek magyar műemlékvédelmének első osztályú példája a **Hilton Hotel dominikánus kerengőjének** a helyreállítása, *Sedlmayer János* kollégánk munkája. Ahogy az ásatásokból előkerült középkori bordákat, ablaktöredékeket egy modem anyagból megépített felületen elhelyezte, arról csak teljes elismeréssel szólhatok. Ennyi számos eredeti lelet esetében ma már valószínűleg elvégeznénk a boltozat rekonstrukcióját, felhasználva az eredeti köveket és kiegészítve újakkal, de abban az időben a *Velencei Cartha* szigorú szemléletének megfelelően ez az anastylózis volt az egyetlen lehetséges megoldás. Én ma is tisztelettel szemlélem, és ha csak tehetem, megmutatom mindenkinek.

***Dr. SZABÓ Attila* okl. geológus: Elvárások és lehetőségek a történeti és a jelenkori építészetben felhasznált díszítőkövek beépítésénél**

Az építészettörténet mindig előrelépésnek tekintette, ha egy régióban, bármelyik történelmi korban, a vályogot, fát, kővel váltották ki.

Egyiptomban ez az Amrat kultúra idején 5400-5300 évvel ezelőtt következett be, a Sumér birodalomban valamivel későbbi korból már írásos emlékek is fenn maradtak arról, hogy a 4100 éve épített Enninu templomához a „NA" kő hegyéből gránitot, Meluhából márványtömböket és karneolt, a Madga hegységből gipszet szállítottak. A Babiloniak 3300 évvel ezelőtt bazalt orgonákat importáltak El Kebiséből Umma városába egy templom alapjaihoz és kolonádjához.

Itáliában Augusztusz császár nevéhez kötik a krónikások, hogy „Ó Rómának a fa helyett márványt adott", amire alig valamivel több mint 450 km-re ÉK-re, Velencében még 1200 évet kellett vámi. Magyarországon ekkor már minden jelentős épület kőből készült, a lagúnák városát viszont néhány alapos tűzvésznek kellett végigpusztítani, hogy lakói elszánják magukat a váltásra.

A „KŐ", a márvány, a gránit az örökkévalóság szinonimája volt, és maradt egészen a XIX század közepéig. A gőzgépek használatának tömegessé válása, a városok köré koncentrálódott ipari agglomeráció tevékenységének eredményeként levegőbe kerülő kén, klór, szén-dioxid, kátrány néhány évtized alatt többet roncsolt a köveken, mint előtte sok évszázad, vagy évezred atmoszférikus hatása. 1880-ban Asszuánból egy teljesen ép gránit obeliszket szállítottak New Yorkba, 1885-ben már restaurálni és konzerválni keltett, hogy megelőzzék teljes széthullását.

Az Escorialt 1584. augusztus 10-én adták át, mára a gránitból emelt épületóriás kövein a „gyapjúzsákos" mállás iskola-példáját figyelhetjük meg. Puszta kézzel kaparhatjuk le kvádereiről a gránit murvát, és tehetjük idézőjelbe a gránit mindenhatóságáról alkotott nézeteinket.

A Manfa-i portugál királyi temetkezési hely márvány épületei több mint 100 évvel idősebbek az Escorialnál, Manfa klímája is szélsőségesebb, mint a Madrid melletti panteoné, mégis az építmények ornamentikája a kisebb felületi oldódásoktól eltekintve sértetlen. A leszűrhető tapasztalat: A mészkarbonátok a felületükön oldódnak, a gránitok belső tömegükben bomlanak - s ez nem elhanyagolható különbség.

Amikor *Bautista Toledo, De Herrera* és *II. Fülöp király* a rajzasztalhoz ültek, hogy megtervezzék az Escorialt, nem lehettek azon ásvány-kőzettani ismeretek birtokában, melyek ma rendelkezésünkre állnak.

Mint minden kőzet, így a gránit is sok ásvány együtteséből tevődik össze. Ezek keménysége, abszorpciója, az egyes kristálytani tengelyek menti viselkedése jelentős különbséget mutat. Egy csiszolt, fényezett felületen a mechanikai igénybevétel a különbséget látványosan kihozza, egyes kristályok elveszítik csillogásukat, vagy fellevelesednek, esetleg bomlásnak indulnak.

Tovább rontja a helyzetet, hogy az Indiából, Brazíliából importált migmatit gránitok tömegesen árasztották el az európai piacot.

Látható szedimentációs struktúráik - ahol megjelentek, - az eddig ismert „egyhangú" gránitfelületekbe életet vittek, izgalmassá és varázslatosan széppé tették az épületeket.

Csak a gránitosodás folyamatának kezdetén álló kőzetek inhomogén, sokszor „antigranum" felületén a különböző színű erezetek, kaotikusan összegyűrt mezők, egyben az amfibolnak, a biotitnak, a földpátoknak a koncentrációját is jelentik, azok minden negatív következményével együtt. A hornblende szálas szerkezetéből adódóan, „6"-os keménysége ellenére sokkal gyorsabban kopik, mint a mellette lévő ortoklász, vagy kvarc.

A padlófűtés feletti gránitburkolatba a napi felmosással bevitt H_2O fellevelesíti a biotitokat, elindítja a plagioklászok bomlását, és néhány hónap elteltével a folyamatok eredménye láthatóvá válik.

Az *ELTE Informatikai Központjának* kashmir white burkolatán a bejárati ajtó és a recepciós pult között olyan a gránit, mint a pázsiton kitaposott ösvény, a liftek padlójáról pedig jobb nem beszélni.

Az építész, amikor kiválasztja az építménye számára a burkolatokat alig, vagy egyáltalán nem hajlandó tudomásul venni, hogy egy sokváltozós rendszerbe nyúl bele, melynek csak egyik összetevője a kő színe. Sokszor a kezelhetetlenség határáig akarja növelni a burkolólapok méretét, figyelmen kívül hagyja, hogy a kőzet a hőmérséklet hatására tágul, vagy összehúzódik, dilatáció nélküli felületeket tervez zárt fúgákkal, és amikor a + 25 C° hőmérsékleten kitágulni nem tudó norit kezdi összetörni saját magát,

a kivitelezőt ültetik a vádlottak padjára, burkolatával együtt.

A tét pedig több 10, vagy esetleg 100 millió forint ki-, vagy ki nem fizetése.

Amíg egy ilyen per röpke 4 vagy 5 év alatt lebonyolódik, egyre több tervező fordul el sértődötten a természetes kövektől, és porcelán kerámiára, granitogreszre bízza mesterséges világának artifikális megjelenítését.

Sajnos keveseket érdekel, hogy ezek a porcelán kerámia, vagy gresz termékek márványokat, kvarcit palákat, gránitokat utánoznak sokszor a megkülönböztethetőség határáig. Ami, vagy aki másnak akar látszani, mint igazi valója, az hazudik. Amennyiben ezt olcsón teszi, bocsánatos bűnt követ el. Közben drámaian szorul vissza a természetes kövek iránti igény.

Az Európai Unióban ez a teljes hidegburkolatok éves mennyiségének 4-5 %-a, Magyarországon az arány még ennél is kedvezőtlenebb.

A terápia egyszerű lenne, minden anyagra olyan feladatot bízni, melynek ellátására az atmoszféra jelenlegi összetétele mellett képes, és nem elfeledni, hogy a látszat az nem a valóság.

Az összművészetek legőszintébb képviselője mindig az építészet volt mindaddig, míg stílusban, programban, funkcióban vállalta önmagát. Kár lenne ezen változtatni.

***Dr. T. BÍRÓ Katalin* (Magyar Nemzeti Múzeum): Őskori nem érces nyersanyagok atlasza**

1998-2002 között az OTKA (T 025086 program) támogatásával átfogó adatgyűjtésbe kezdtünk Magyarország és a Kárpát medence őskőkori és őskori nyersanyag-felhasználása témakörében. Munkatársaim *dr. Szakmány György* (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék) és *dr. Scharek Péter* (MÁFI) voltak, az adatgyűjtésbe többen közreműködtek. Áttekintettük, adatbázisba szerveztük és térképen rögzítettük a Kárpát medence területéről rendelkezésre áltó nyersanyagtörténete információkat. A

minek során létrehoztuk a pattintott nyersanyagok összehasonlító gyűjteményét a Magyar Nemzeti Múzeumban (Litotéka gyűjtemény). További bőséges információval rendelkeztünk a csiszolt kőeszköz nyersanyagok terén, amellyel a közelmúltban az UNESCO-IGCP által támogatott nemzetközi együttműködése program is foglalkozott. Kutatásainkat kiterjesztettük további eszköz-típus csoportokra (szerszámkövek) és mesterséges anyagok (kerámia) vizsgálatára Is. A téma által érintett egyéb területeken (ékszerek, festékek, egyéb nem érces ásványi nyersanyagok) szakirodalmi gyűjtést végeztünk.

Munkánkhoz felhasználtuk Magyarország 500.000 léptékű digitális földtani térképének információit, a Kárpát-medencei adatok tekintetében *dr. Schafarzik Ferenc* 1904-es kőbánya-kataszterének adatait. Az Információs alapadatok Magyarország tekintetében teljes körűnek mondhatók, és törekedtünk a Kárpát medencén belüli minél teljesebb adatgyűjtésre is.

Az eredményeket interneten elérhető (http://www.ace.hu/atlas) térkép-sorozatok formájában tesszük közzé, ahol rövid leírás, jellemző képanyag (eszköz és nyersanyag) mellett bemutatjuk a nyersanyag lelőhelyet, a régészeti elterjedési adatokat és a legfontosabb szakirodalmi adatokat is.

Bár az alapadatok köre már összeállt, ennek a munkának egyelőre még az elején tartunk. Az internetes oldalakat *Telcs Gábor* (Magyar Nemzeti Múzeum) közreműködésével folyamatosan fejlesztjük. Az eddigi visszajelzések nagyon kedvezőek, és reméljük, hogy hamarosan teljes körű adatszolgáltatással tudjuk a földtan és ősrégészet határterületének kutatását segíteni.

Dr. ROZGONYI Nikoletta **(BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék):**

Sókristályosítási vizsgálatok durva mészköveken.

Bevezető

Kutatásaim során sók okozta károsodási folyamatokat vizsgáltam különböző szövetű, nagy porozitású, miocén durva mészköveken. A Magyarországon felhasznált durva mészkövek közül *Sóskútról, Fertőrákosról* és *Öskü* térségéből összesen tízfajta kőzetanyag vizsgálata történt meg. A durva mészkő közkedvelt építőanyag volt, könnyű megmunkálhatósága és faraghatósága miatt díszítő- és építőkőként egyaránt használták. Nagy porozitása és jó kapilláris vízfelvevő képessége miatt külső beépítésnél a környezeti ártalmakra érzékenyen reagál.

Építőköveken sókkal kapcsolatos tönkremenetel leggyakrabban a sók kristályosodásakor vagy hidratációjakor fellépő térfogat-növekedésből származik. Ez a nyomóerő, amely a pórusfalakra hat, függ a hőmérséklettől, a kőzet pórusrendszerétől, a sóoldat koncentrációjától és a kőzet húzószilárdságát jelentősen túllépheti. A vizsgálatok célja összefüggés keresése volt sókristályosodás okozta károsodások mechanizmusa és a kőzetek szöveti jellemzőik között.

Vizsgált kőzetek

- négy oolitos, nagy porozitású (21-31 V%) durva mészkő, nyomószilárdságuk 3,5-7,0 MPa, testsűrűségük 1600-1700 kg/m^3, finomszemű kőzetlisztes, középszemű oolitos és durvaszemű bioklasztos szövettel.

- két lithothamniumos lajtamészkő típus (tömött finomszemű és középszemű) különböző porozitással (11 ill. 22 V%) és nyomószilárdsággal (12 ill. 32 MPa).

középszemű típus) magas kvarctartalommal (15-20m%), 9-18 V% porozitással és 8-33 MPa nyomószilárdsággal.

Kísérleti eredmények

Háromféle sókristályosítási kísérletben különböző telítettségű oldatokkal a Na_2SO_4 kristályosodásának hatásait vizsgáltam.

Sókristályosítás telített Na_2SO_4 oldattal

Tömegváltozás mérésével a tönkremenetel előrehaladását állapítottam meg. A sóskúti oolitos és a középszemű fertőrákosi típusok nagyon gyorsan jelentősen károsodtak. A finomszemű oolitos kőzetanyag már a második ciklus után élcsorbulásokat szenvedett, míg a középszemű oolitos típusokon 3-4 ciklus után következett be károsodás. Az ooidaggregátos szövetű próbatestek gyorsabban károsodtak, mint homogénebb társaik. A durvaszemű, bioklasztos típus a nyolcadik ciklusig szinte nem veszített tömegéből, ez a jelenség a mikropórusok nagy számának tudható be. A fertőrákosi tömött változat és az Öskü̈ről származó tömöttebb változatok egymáshoz hasonlóan ellenállóan viselkedtek.

Sókristályosítás 14 m%-os $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$ oldattal

A finomszemű ooidos változat károsodása ezúttal is nagyon gyorsan megtörtént, már a 3. ciklusban tömege 10%-át elvesztette. A közép- és durvaszemű mészkőtípusok ellenállónak bizonyultak ezzel a koncentrációvak szemben. A finomszemű, mikropórusos, lithothamniumos mészkő relatív nagy szilárdsága ellenére álcsorbulásokat szenvedett, károsodása a középszemű típusokét messze felülmúlta.

Felszíni sókristályosodás modellezése 90%-os telítettségű Na_2SO_4 oldattal

A próbatestek felszíni kezelése esetén is a finomszemű oolitos kőzetanyag ellenállóképessége volt a legkisebb, a teljes felszín kéregként vált. A lithothamniumos, középszemű, nagy porozitású típusok felszínén fellazult, fellevelesedett kérgek jelentek meg, a bioklasztok a só feszítő hatása miatt átrepedtek. A középszemű oolitos és a tömött lithothamniumos típusokban a pórusok kitöltődtek a sókristályokkal, de jelentős szöveti tönkremenetelt még 58 kristályosítása ciklus után sem lehetett megfigyelni.

Következtetések

Mérési eredményeim igazolták, hogy a pórus és szövetszerkezet jelentősen befolyásolja a sók által okozott károsodások mértékét. A kőzettulajdonságok mellett a sóoldat koncentrációja is nagyon fontos tényező a tönkremenetel előidézésében. A kőzetanyagok a különböző töménységű oldatokra eltérően reagálnak, egyes esetekben (pl. mikropórusos nagy porozitású mészköveknél) a kevésbé koncentrált oldat nagyobb károsodást okoz, mint a koncentrált oldat. A finomszemű, kőzetlisztes, nagy porozitású mészkövek koncentrációtól függetlenül szöveti roncsolódással és kéregképződéssel reagálnak a sókristályosodásra.

A III. Díszítőkő Konferencia ***dr. Gálos Miklós*** zárszavával ért véget, amelyben a konferencián elhangzottakat értékelte.

A konferencia résztvevői az előadási szünetekben hasznos eszmecserét folytattak, és további élményben gazdagodván a konferenciára kiállított termékeket, termékismertetőket, posztereket, és az Esztergomi Vármúzeum kiállításait tekintették meg.

Összeállította: *Dr. Kausay Tibor*

'03 09 24

'01 07 10

MÉLYÉPÍTÉS TUDOMÁNYI SZEMLE

12

XV. ÉVFOLYAM

1965

DECEMBER

Kokkolitos betonadalék

KAUSAY TIBOR

Bevezetés

A kokkolitos bazalt a bazaltok gyenge minőségű, szétesésre hajlamos változata, amely helyenként hazai kőzeteinkben is előfordul. Gyakran igen kiváló minőségű bazalttömbökben, vagy ezen tömböket fedve helyezkedik el. Az ilyen kokkolitos bazaltfoltok — az egészséges kőzet kitermelését célzó — bányaművelés során gondot okoznak. Eltávolításuk jelentős anyagi áldozatot követel, felhasználásuk viszont az építmény minőségromlásához vezethet.

A kérdés a diszeli kőbányával kapcsolatban került napirendre. A bánya a Tapolcai medencében fekvő Halyagoshegy nyugati oldalára települt. Ennek a bányának a felső 10—15 m vastag rétegét zömében kokkolitos bazalt alkotja. A napvilágra kerülő diszeli kokkolitos kőzet már repedezett, és a repedések mentén többnyire zúzalék nagyságú szemcsékre esik szét. Ezek a szemcsék azonban viszonylag stabil egységnek bizonyulnak. A kőzet tehát nem azonos a „Sonnenbrand" bazalttal, amely frissen egészségesnek tűnik, és csak az atmoszferiliák hatására bomlik.

A diszeli kokkolitos bazalt építési célra való alkalmasságát többekkel közreműködve széleskörű kísérletsorozattal igyekeztünk tisztázni. A kísérletsorozatot kőzettani-, kőzetmechanikai-, beton- és aszfaltvizsgálatok alkották. A teljes munkáról szándékunkban áll a későbbiekben összefoglaló ismertetést adni. A kőzetmechanikai vizsgálatok egy része már kellő részletességgel megjelent cikk formájában [1].

Ezen a helyen a betonvizsgálatok közül a szilárdságvizsgálatokról számolunk be. Úgy gondoljuk, hogy ezek a kísérletek bővebb ismertetést is megérdemelnek, mert végső soron a kőzúzalék adalékanyagként kerül felhasználásra. Röviden kitérünk a beton- és aszfaltszilárdságok közötti viszonyra is.

Kísérlet

Összehasonlító kísérleteket végeztünk annak eldöntésére, hogy miként befolyásolja a kokkolitos kőzet a betonpróbatestek szilárdságát. A diszeli kokkolitos és egészséges bazaltanyaggal — egyébként azonos betontechnológiai jellemzők mellett — készített 20 cm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságát, valamint $15 \times 15 \times 70$ cm élhosszúságú, a támaszköz harmadaiban terhelt próbahasábok hajlító-húzószilárdságát és félhasábok 15×15 cm^2 nyomott felületre vonatkozó testszilárdságát határoztuk meg 28 napos korban.

A betonkeverék az alábbi összetétellel készült.

homok	0/1	mm	4,5 súly%
	1/5	mm	7,5 súly%
zúzalék	0/1	mm	4,5 súly%
	1/5	mm	7,5 súly%
	5/15	mm	25,0 súly%
	15/30	mm	32,0 súly%
	30/40	mm	19,0 súly%
összesen			100,0 súly%

cement ..... 350 kg/m^3 tatabányai C 600-as jelű, vízcementtényező 0,405

Az adagolás földnedves konzisztenciát eredményezett.

A keverést 100 l-es szabadeséső betonkeverőben végeztük, a tömörítés 2800 /perc rezgésszámú rázóasztalon történt. A tömörítés ideje 75 másodperc volt. A próbatesteket a szabványelőírásnak megfelelő módon tároltuk. A törőerő iránya minden esetben merőleges volt a bedolgozás irányára

A szilárdsági adatokon kívül az alábbi képlettel kiszámítottuk azok szórását is.

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(\sigma_i - \sigma)^2}{N - 1}}$$

ahol σ_i = az i-edik próbatest szilárdsága,
σ = a szilárdságok számtani középértéke
N = a vizsgált próbatestek száma.

A vizsgálatok arra a — várakozásunkkal ellentétes — eredményre vezettek, hogy szemben az egészséges adalékú próbatestekkel, a gyengébb minőségű kokkolitos bazalttal készült keverékek nagyobb nyomószilárdság értéket, de kisebb húzószilárdságot adtak.

A jelenség magyarázatát — tekintettel az azonos adagolásokra és azonos technológiai változókra — csak ezeken kívülálló okokban kereshettük. Véleményünk szerint az egyedüli ilyen lényeges befolyásoló tényező a szemcsealakok közötti különbség lehetett. Tudvalevő, hogy aprítás során a puhább kőzetek zömökebb alakú szemcsékre törnek. Hasonló tapasztalatokat szereztünk a diszeli bazalttal is. A kísérlethez felhasznált és a pofástörőn egyszeri aprítással nyert kokkolitos bazalt szemcsealakja lényegesen zömökebb volt az ugyanígy előállított egészséges bazalt szemcsealakjánál.

Kutatásokból ismeretes, hogy a zömök adalék szemcsékkel készített betonpróbák kocka- és testszilárdsága nagyobb, hajlító-húzószilárdsága kisebb, mint a nem zömök szemcsékből álló adalékból készült betonpróbák megfelelő szilárdsága [2, 3].

Azon feltevésünk igazolására, amely szerint betonkísérleteink eredményeit nem annyira a bazaltok anyagi különbsége, hanem inkább a szemcsealakok különbsége befolyásolta, a fentiekkel teljesen azonos körülmények és jellemzők mellett újabb betonpróbakockákat készítettünk. A kokkolitos kőzet szemcsealakja az előzőekben leírt első kísérletben felhasznált kokkolitos bazalt szemcsealakjával azonos volt, míg az előzőekben lemezes, illetve hosszúkás szemcsealakú egészséges bazalt szemcsealakját annak pofástörőn való háromszori törésével zömökebbre változtattuk.

Az első és második kísérlet eredményeit az *1. és 2. tábázatokban* tüntettük fel.

Az első és a második kísérlet kockaszilárdsági eredményeit összehasonlítva, a kokkolitos kőzetből készült betonpróbatestek nyomószilárdság értékei azonosnak tekinthetők. A második kísérlet zömökebb alakú egészséges bazalt felhasználásával nyert próbakockáinak szilárdsága lénye-

Szilárdság adatok* *1. táblázat*

Kísérlet	Szilárdság (kp/cm²)	Kokkolitos		Egészséges	
		középérték	szórás	középérték	szórás
I.	Kockaszilárdság	545	22	460	27
	Hajlító-húzószilárdság	48,8	4,5	57,4	3,3
	Testszilárdság	431	39	405	42
II.	Kockaszilárdság	553	31	585	13

* Az első kísérlet kockaszilárdság adatait 8-, hajlító-húzószilárdság adatait 6-, testszilárdság adatait 12-, a második kísérlet kockaszilárdság adatait 6 próbatest vizsgálata alapján nyertük.

Térfogatsúly adatok* *2. táblázat*

Kísérlet	Térfogatsúly (kg/m³)	Kokkolitos	Egészséges
I.	Friss	2660	2650
	Törési	2590	2580
II.	Friss	2620	2655
	Törési	2545	2575

* A térfogatsúlyokat próbakockákon határoztuk meg.

gesen felülmúlta az első kísérlet lemezes, illetve hosszúkás szemcsealakkal rendelkező egészséges bazaltból készített próbakockáinak szilárdságát.

Közbevetően hivatkozunk a 12 mm maximális szemnagyságú adalék felhasználásával készült és egynapos korban, 22 C°-on vizsgált 7,07 cm élhosszúságú aszfaltkockák átlagos nyomószilárdság értékeire. Adalékanyagként diszeli kokkolitos, valamint összehasonlításul eredeti, nem zömök szemcsealakú és zömök szemcsealakúra tört szobi zúzottkő szolgált. Az aszfalt nyomószilárdság átlaga

diszeli kokkolitos adalék esetén 51,8 kp/cm²
szobi nem zömök adalék esetén 44,5 kp/cm²
szobi zömök adalék esetén... 70,8 kp/cm²

volt. Az eredmény összhangban van a betonkísérletek nyomószilárdság eredményeivel. A zömök szemcsealakú szobi andezittel készített aszfaltkockák szilárdsága túlszárnyalta a lemezes, illetve hosszúkás alakú szobi- és a zömök alakú diszeli kokkolitos adalék felhasználásával készült aszfaltkockák szilárdságát. Legfeljebb annyi az eltérés, hogy míg a betonkísérletnél a kokkolitos és egészséges háromszortört kőzettel kapott nyomószilárdság eredmények között csak kicsi a különbség, addig az aszfaltvizsgálat már döntő különbséget adott. Ez a jelenség azonnal érthetővé válik, ha szemügyre vesszük a szóbanforgó adalékanyag halmazok szemcsealak szerinti megoszlását (*3.* és *4. táblázatok*).

Betonban a kokkolitos adalék, aszfaltban a háromszortört egészséges adalék volt zömökebb. Ha a háromszortört egészséges betonadalék szemcsealakja zömökebb lett volna, akkor — hasonlóképpen az aszfaltvizsgálatokhoz — a beton nyomószilárdságok különbözősége is sokkal nagyobb lett volna. Annak a ténynek magyarázata, hogy a kokkolitos betonadalék zömökebb a kokkolitos aszfaltadaléknál, a durvább szemcsék zömökebb voltában rejlik.

3. táblázat

5/40 mm-es betonadalékanyag szemcsealakja*

	Kokkolitos (db %)	Egészséges (db %)
Zömök	50,0	35,3
Hosszúkás	35,7	32,8
Lemezes	10,3	22,1
Lemezes + hosszúkás	4,0	9,8
Összesen	100,0	100,0

4. táblázat

5/12 mm-es aszfaltadalékanyag szemcsealakja*

	Kokkolitos (db %)	Egészséges (db %)
Zömök	42,0	69,3
Hosszúkás	36,2	21,4
Lemezes	14,5	8,2
Lemezes + hosszúkás	7,3	1,1
Összesen	100,0	100,0

* A szemcsealak ha $\frac{v}{s}$ és $\frac{h}{s}$

Zömök	$>0{,}5$	$<1{,}5$
Hosszúkás	$>0{,}5$	$\geqq 1{,}5$
Lemezes	$\leqq 0{,}5$	$<1{,}5$
Lemezes + hosszúkás	$\leqq 0{,}5$	$\geqq 1{,}5$

ahol v a vastagság, h a hosszúság, s a szélesség mérete.

Visszatérve a betonkísérletekre megállapíthatjuk, hogy az egészséges adalék szemcsealakjának zömökebbé tétele emelte a kockaszilárdságot, vagy más fogalmazásban: első kísérletünk esetén az egészséges bazaltból készült próbakockák szilárdságának elmaradását a kokkolitos bazaltból készített próbakockák szilárdsága mögött valóban az egészséges bazalt szemcsealakja okozta.

Egy nyitott kérdés, azonban még van. A zömökebb szemcsealakú adalékot tartalmazó beton jobban tömöríthető. Ezzel látszólag ellentmond a második betonkísérlet, amelynél a kokkolitos adalékú beton térfogatsúlya a kisebb.

Relatív tömörség

A friss betonkeverékek térfogatsúlyából nem szabad közvetlenül következtetni azok relatív tömörségére, ugyanis a diszeli kokkolitos és egészséges bazalt térfogatsúlya eltér egymástól. Az adalékanyagként felhasznált kétféle kőzet átlagos térfogatsúlya az összeállított szemszerkezeten mérve:

γ kokkolitos = 2650 kg/m³
γ egészséges = 2780 kg/m³

A betonok relatív tömörségét a friss betonok térfogatsúlyának aránya és az elméleti betontérfogatsúlyok aránya hányadosának az egységhez való viszonya szabja meg. Az eljárás azonos körülmények között készült, azonos jellemzőjű, vízzel szemben azonosan viselkedő adalékot tartalmazó betonkeverékek relatív tömörségének meghatározására alkalmas.

Ha a gyakorlati friss beton térfogatsúlyát kokkolitos bazalt esetén γ_{fk}-val, egészséges bazalt esetén γ_{fe}-vel jelöljük, akkor a friss betonok térfogatsúlyának aránya

$$u = \frac{\gamma_{fk}}{\gamma_{fe}}$$

Az elméleti betontérfogatsúly meghatározásához képzeljük el az egységnyi élhosszúságú kockát, amelyet egységnyi alapterületű és a betonalkotók súlyszerinti részhányadával azonos magasságú testek építenek fel. Az egyes testeket a betonalkotók, a kockát magát az elméleti térfogatsúlyú beton tölti ki. Ha a betonalkotók súlyszerinti részhányadait α-val, azok térfogatsúlyait γ-val, hovatartozásukat homok esetén h-, zúzalék esetén z-, kokkolitos zúzalék esetén kz-, egészséges zúzalék esetén ez-, cement esetén c-, víz esetén v-indexszel jelöljük, akkor a kétféle — kokkolitos és egészséges bazalt adalékkal készült — betonkeverék elméleti betontérfogatsúlyainak aránya

$$r = \frac{\gamma_k}{\gamma_e} = \frac{\alpha_h \cdot \gamma_h + \alpha_z \cdot \gamma_{kz} + \alpha_c \cdot \gamma_c + \alpha_v \cdot \gamma_v}{\alpha_h \cdot \gamma_h + \alpha_z \cdot \gamma_{ez} + \alpha_c \cdot \gamma_c + \alpha_v \cdot \gamma_v}$$

ahol γ_k a kokkolitos adalékkal készült betonkeverék elméleti betontérfogatsúlyának, γ_e pedig az egészséges adalékkal készült betonkeverék elméleti betontérfogatsúlyának jele.

Az elméleti betontérfogatsúlyok aránya két meghatározott keverékre constans.

A betonok relatív tömörségét a

$$t_{rel} = \frac{u}{r}$$

hányadosnak az egységhez való viszonya határozza meg.

Három eset lehetséges:

$$t_{rel} \gtreqless 1$$

Ha $t_{rel} = 1$, akkor a térfogategységben azonos térfogatú friss betonkeverékek foglalnak helyet, mert a friss betonok térfogatsúlyának aránya egyenlő az elméleti betontérfogatsúlyok arányával. A kétféle betonkeverék azonos tömörségű.

Ha $t_{rel} > 1$, akkor a térfogategységben a kokkolitos zúzalékkal készült friss betonkeverék nagyobb térfogatot foglal el, mint az egészséges zúzalékkal készült friss betonkeverék, mert a friss betonok térfogatsúlyának aránya nagyobb az elméleti betontérfogatsúlyok arányánál. A kokkolitos bazalttal készült betonkeverék tömörebb az egészséges bazalttal készült betonkeveréknél.

Ha $t_{rel} < 1$, akkor a térfogategységben a kokkolitos zúzalékkal készült friss betonkeverék kisebb térfogatot foglal el, mint az egészséges zúzalékkal készült friss betonkeverék, mert a friss betonok térfogatsúlyának aránya kisebb az elméleti betontérfogatsúlyok arányánál. Az egészséges bazalttal készült betonkeverék tömörebb a kokkolitos bazalttal készült betonkeveréknél.

A friss beton térfogatsúlya a dolog természetéből kifolyólag kisebb és nagyobb is lehet az elméleti betontérfogatsúlynál.

A felvetett probléma tisztázására meghatároztuk betonkeverékeink relatív tömörségét. A két összehasonlító kísérlet nem ugyanabban az időpontban készült, ezért a betontérfogatsúly adatok csak egy-egy kísérleten belül vethetők egybe.

A kísérleteinkben felhasznált betonalkotók súlyszerinti részhányadai és azok térfogatsúlyai az alábbiak:

$\alpha_h = 0{,}097$ $\quad \gamma_h = 2610$ kg/m³
$\alpha_z = 0{,}709$ $\quad \gamma_{kz} = 2650$ kg/m³
$\gamma_{ez} = 2780$ kg/m³
$\alpha_c = 0{,}138$ $\quad \gamma_c = 3100$ kg/m³
$\alpha_v = 0{,}056$ $\quad \gamma_v = 1000$ kg/m³

Az elméleti betontérfogatsúlyok aránya

$$r = \frac{\gamma_k}{\gamma_e} = \frac{2616}{2708} = 0{,}966 = \text{constans}$$

Első kísérletünk esetén — amikor zömök kokkolitos és nem zömök egészséges adalékanyag felhasználásával készültek a próbatestek — a friss betonok térfogatsúlyának aránya

$$u = \frac{\gamma_{fk}}{\gamma_{fe}} = \frac{2660}{2650} = 1{,}004$$

és a relatív tömörség

$$t_{rel} = \frac{u}{r} = \frac{1{,}004}{0{,}966} = 1{,}039 > 1$$

Második kísérletünk esetén — amikor zömök kokkolitos és háromszori töréssel zömökebbé tett egészséges adalékanyag felhasználásával készültek a próbatestek — a friss betonok térfogatsúlyának aránya

$$u = \frac{\gamma_{fk}}{\gamma_{fe}} = \frac{2620}{2655} = 0{,}987$$

és a relatív tömörség

$$t_{rel} = \frac{u}{r} = \frac{0{,}987}{0{,}966} = 1{,}022 > 1$$

Kitűnik, hogy mindkét kísérlet során a zömökebb szemcsealakkal rendelkező kokkolitos bazalt adalékú próbakockák tömörödtek jobban, annak ellenére, hogy a második kísérletnél ezek térfogatsúlya az egészséges adalékú próbakockák térfogatsúlyánál kisebb volt. Ehhez a megállapításhoz az első kísérlettel kapcsolatban nem fűződött kétség.

Következtetés

A végkövetkeztetés levonása előtt megemlítjük, hogy a cementadagolás pontos értéke a próbakockákon mérve az első, illetve második kísérlet során kokkolitos és egészséges adalék esetén 367 és 366, illetve 362 és 366 kg/m³ volt. A cementadagolás kismértékű ingadozása a szilárdsági eredményeket nem befolyásolhatta.

Felmerült a gondolat, hogy a gyenge minőségű kokkolitos bazalt adalék nagyobb szemcséi a betonkeverés és bedolgozás folyamán apróbb szemnagyságra estek szét és így különböző szemszerkezetű betonok kerültek összehasonlításra. Ilyen aggodalomra nincs ok. Az adalékanyag 250 mm pofaszélességű pofástörőn átvezetett zúzottkőből került ki. Valószínűtlen, hogy az aprítás hatására szét nem tört szemcse keverés és tömörítés közben szétessen, hiszen az előző sokkal dinamikusabb behatást jelent. A leghathatósabb érvként épp a kockaszilárdsági eredmények szolgálnak. Ha a kokkolitos kő apróbb szemnagyságra esett volna szét, akkor nem lehetett volna vele 550 kp/cm² körüli szilárdságot elérni. Nem a kisebb szemnagyság, hanem a friss felületek cementpép nélküli, kötésképtelen volta miatt.

A fenti betonkísérletek tapasztalatai alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a diszeli kokollitos bazalt az egészségesnél kisebb értéket képvisel. Gyengébb minőségét a beton nyomószilárdsága szempontjából kiegyenlíti ugyan zömökebb szemcsealakja, de azonos szemcsealakok esetén már versenyképtelen. A kokkolitos bazalt

szemcsealakjánál fogva kiválóan tömöríthető. Hajlító-húzószilárdság szempontjából kedvezőtlen az alkalmazása. Ha meggondoljuk, hogy útbetonjainknak épp a hajlító-húzószilárdságát kell növelni, akkor ezen módon való felhasználása semmi esetre sem helyeselhető.

Minél kisebb a diszeli kokkolitos kő szemnagysága, annál kisebb a hajlam a szétesésre. Ezért belőle csak 12 mm-nél kisebb szemnagyságú frakciók gyártását javasoltuk [4].

Az időállóság és a forgalomállóság megfigyelésére kísérleti útszakaszok építése adna lehetőséget.

Befejezésül — úgy véljük — nem érdekelen a számos irodalmi adat közül Ernst — munkánkkal leginkább azonos síkon mozgó — kutatását idézni [5]. Bár a cikk címe nem tükrözi, Ernst megfigyeli, hogy a „Sonnenbrand" elnevezés nem mindig azonos anyagot fed. A tényleges „Sonnenbrand" bazalt mellett —, amelyet véleménye szerint betonadalékként felhasználni nem szabad — ismeretes a már eredeti állapotában is beteg kőzet. A kettő különbsége a gyakorlat szempontjából igen fontos. Kísérletei során egészséges és „Sonnenbrand" bazalttal készített betonkockákat vizsgált és az utóbbiak szilárdságát találta 3—4%-kal magasabbnak. Ernst ezt a jelenséget a gyengébb kőzet jobb szemcsealakjával, valamint kedvezőbb tapadási képességével magyarázza.

IRODALOM

[1] *Lázár, J.:* Két új kőzetszilárdság-vizsgálati eljárás. Építőanyag. 17. évf. 1965. 3. szám 90—91. old.

[2] *Somogyi, L.:* Betonadalékként használt nemeszúzalékok lemezességének és hosszúkás voltának vizsgálata. 135/61. sz. ÉaKKI jelentés. Bp. 1963.

[3] *Kausay, T.:* Az adalékanyag alakjának hatása a betonszilárdságra. V-854/64. sz. ÉaKKI jelentés. Bp. 1965.

[4] *Lázár, J.—Kausay, T.:* Kokkolitos kőzetek felhasználhatóságának vizsgálata. V-764/64. sz. ÉaKKI jelentés. Bp. 1965.

[5] *Ernst, Th.:* „Sonnenbrandmaterial in Beton ?" Steinbruch und Sandgrube. 53. Jg. 1960. 1. No. 10—12 S.

NÉHÁNY MEGJEGYZÉS

A következő fényképen egy „Sonnenbrand”, magyarul „napégette” bazalt látható, amely nagy hasonlóságot mutat a „kokkolitos” bazalttal, attól csak nehezen különböztethető meg. A következő fényképen látható „napégette” bazaltot nem a diszeli Halyagos-hegyen fényképeztem.

A diszeli kokkolitos bazaltról sajnos nincs fényképem.

Vendl Aladár (1953) a kokkolitos bazaltról így ír:

„E kitűnő bazaltok mellett azonban vannak – sokszor ugyanabban a kőbányában – olyanok, melyek törmelékdarabjainak élei és sarkai mállás következtében hamar letompulnak, legömbölyödnek, tehát kevésbé ellenállók. Ezek a levegőn a nedvesség, hatására fehérfoltosak lesznek. Ezek a csillagalakú, szürkésfehér foltok eleinte kicsik, lassanként azonban 0,5-1 cm átmérőjűekké növekednek. E foltok körül szabálytalan lefutású vékony hajszálrepedések keletkezek, s a kőzet ezen mentén apró borsónyi-almányi darabkákra esik szét. Az ilyen fehérfoltos bazaltok a szabadban semmiféle műszaki célra nem alkalmasak. A dunántúli bazaltterületeken a – kukorica nagyságával egyenlő átmérőjű – fehér foltokat tartalmazó kőzetet gyakran »kukoricás bazaltnak« nevezik. A tudományos irodalom »kokkolitos bazalt« néven említi.

A kukoricás bazalt főleg akkor alakul ki, ha a bazalt nefelint, nefelintartalmú üveget vagy vas- és nátriumdús üveget tartalmaz. Valószínűnek tartják, hogy az üveges alapanyag ridegsége is hozzájárul a kőzet szétesésének előidézéséhez: a többszöri hőmérsékletváltozás okozta kiterjedés és összehúzódás a kőzet megrepedését és szétesését idézi elő.”

A „Kokkolitos betonadalék” című cikket több mint negyven éve írtam, az azóta végbement változások indokolják a következő megjegyzéseket:

1. A „betonadalék”-ot ma „betonadalékanyag”-nak mondjuk, az „adalék” mai megnevezése helyesen „adalékanyag” (már csak azért is, hogy egyértelműen megkülönböztessük az adalékszertől).

2. A cikk írása idején a diszeli Halyagos-hegyet „ly”-nal írtuk, *Klespitz János* Hajagos-hegynek nevezi. Ez a név a „Földrajzi nevek

etimológiai szótára" szerint régóta (1271), különféle alakokban (Hajagos, Halagos, Halagus, Halyagos), nemcsak hegyek, hanem vízfolyások neveként is előfordul. A Halyagos név a népnyelvi „halyag", azaz *hólyagfa* növénynév –s képzős származéka is lehet.

Valószínűleg csak véletlen egybeesés, de minden esetre érdekes, hogy létezik „*hólyagos*" vagy „*hólyagüreges*" *bazalt* (népiesen: kenyérkő) is (nem azonos a kokkolitos vagy kukoricás bazalttal!), amely a legtöbb bazalt-előfordulást kíséri. Hólyagos bazalt akkor keletkezik, amikor a gáztartalmú láva a felszínre ömlik, és a lávában lévő gáztartalom a felszíni kisebb nyomás következtében kiszabadul a lávából, a lehűlő láva pedig a gázüregek formáját megőrizve merevedik meg a felszínen (*Klespitz János* megfogalmazása).

3. Súly% alatt ma tömeg%-ot, súlyszerinti részhányad alatt tömegszerinti részhányadot kell érteni.

4. Az igen kiváló minőségű cementet gyártó tatabányai cementgyárat 1984-ben bezárták.

5. A C 600-as jelű portlandcement (MSZ 4702:1956) jelében a 600-as számjel a cement 28 napos nyomószilárdságát jelenítette meg, kp/cm^2 mértékegységben (sőt mi több, kg/cm^2 mértékegységben). A cement nyomószilárdságát az MSZ 523:1953 szabvány szerint *70,7 mm névleges méretű* (mert így a nyomott felület ~50 cm^2 volt), szabványos összetételű, Tetmayer-Klebe rendszerű verőgéppel (ma már nem használják) tömörített cementhabarcs *próbakockákon* kellett meghatározni. A C 600-as jelű portlandcement (MSZ 4702:1956) a mai CEM 42,5 jelű portlandcementnek (MSZ EN 197-1:2000) felel meg. Mint tudjuk, a CEM 42,5 jelű portlandcement (MSZ EN 197-1:2000) jelében a 42,5-es számjel a cement 28 napos nyomószilárdságát jeleníti meg, N/mm^2 mértékegységben. Ma a cement nyomószilárdságát az MSZ EN 196-1:2005 szabvány szerint, szabványos összetételű, szabványosan megkevert, szabványos ejtőasztalon tömörített, 40·40·160 mm névleges méretű cementhabarcs próbahasábok hajlító-húzószilárdság vizsgálata után „visszamaradt" félhasábok 40·40 mm^2 nyomott felületén kell meghatározni.

6. A beton szilárdságát a cikk írása idején kp/cm^2 mértékegységben fejeztük ki, ma N/mm^2 mértékegységben fejezzük ki MSZ 4798-1:2004). Az átszámítás: 1 kp/cm^2 ~ 0,0981 MPa ~ 0,1 N/mm^2.

7. A szilárdság vizsgálati beton próbatesteket akkor vegyesen tároltuk és légszáraz állapotban vizsgáltuk (MSZ 4715:1961), ma a beton nyomószilárdságát végig víz alatt tárolt, és vízzel telített állapotú, szabványos méretű próbatesteken határozzuk meg, vagy legalábbis ezekre vonatkoztatjuk (MSZ EN 4798-1:2004).

8. Térfogatsúly alatt testsűrűséget kell érteni, mértékegysége kg/m^3.

9. A cikkben a szemalakot (vagy mint akkor neveztük, a szemcsealakot) a *Th. Zingg* (1935) – *F. de Quervain*-féle (1950, 1953) koordinátarendszerben jellemeztük (MSZ 4713:1955), ma például a *K. Schulze*-féle (1953) szemalak

tolómérő alkalmazásával a hosszúság:vastagság = 3 hányados alapján (MSZ EN 933-4:2000) fejezzük ki.

10. A kokkolitos és/vagy a napégette bazalt felhasználásáról és vizsgálatáról magyar nemzeti szabvány nem intézkedett. Az MSZ EN 13043:2003 aszfaltadalékanyag (lényegében zúzottkő) szabvány a „napszúrásos" (napégette) bazalt MSZ EN 1367-3:2001 szerinti forralásos vizsgálatát írja elő. Forralás után a mintán az MSZ EN 1097-2:1998 szerinti Los Angeles aprózódási vizsgálatot vagy ütővizsgálatot kell végezni, és ennek eredménye alapján kell a kőanyagot osztályba sorolni. Hazánkban a Los Angeles aprózódási vizsgálat terjedt el.

IRODALOM

Kiss L.: Földrajzi nevek etimológiai szótára. Akadémiai kiadó. Budapest, 1978.

Klespitz J.: Bányaföldtani tapasztalatok a diszeli bazaltbányában. Építőanyag. 56. évf. 2004. 4. szám. pp. 134-139.

Schulze, K.: Schnellverfahren zur Kornform-beurteilung und Vorschläge zur Definition von Splitt und Edelsplitt. Strasse und Autobahn. Jg. 4. 1953. No. 8. pp. 253-257.

Quervain, F.: Über die Klassifizierung des Gesteinsmaterials im Strassenbau. Strasse und Verkehr. Jg. 36. 1950. No. 10. pp. 297-301.

Quervain, F.: Untersuchungen an Gesteinsmaterial für bituminöse Strassenbeläge. Strasse und Verkehr. Jg. 39. 1953. No. 3. pp. 63-70.

Vendl A.: Geológia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1953.

Zingg, Th.: Beitrag zur Schotteranalyse. Schweizerische Mineralolische und Petrographische Mitteilungen. Band 15. 1935. pp. 39-140.

MSZ 523:1953 A cementek fizikai vizsgálata

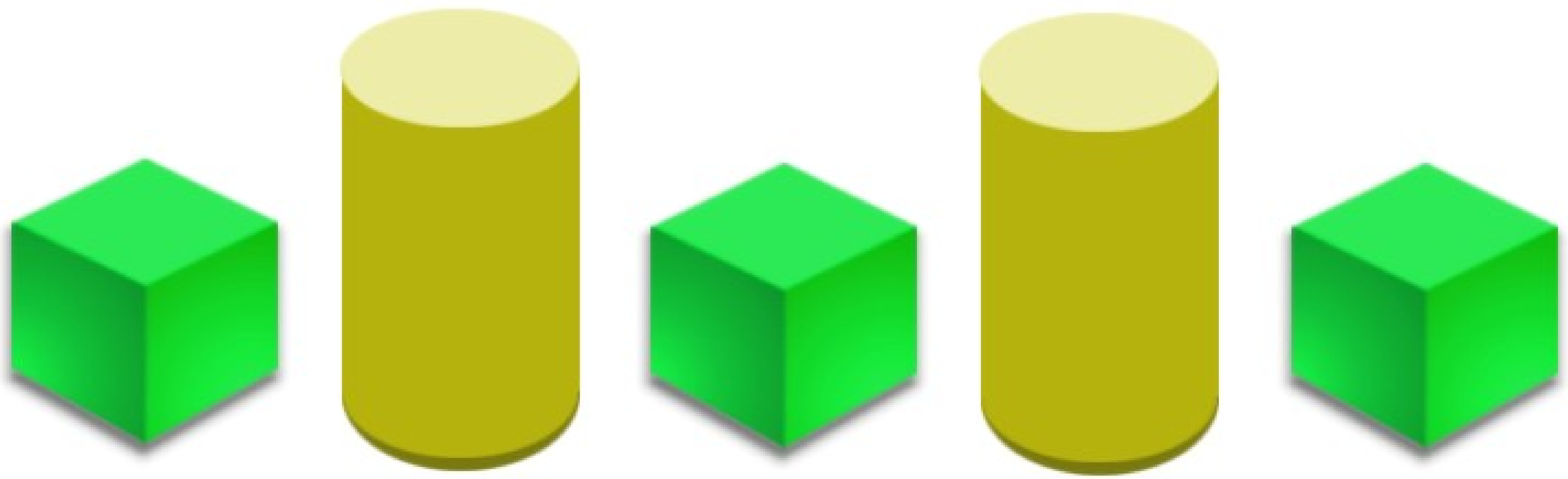
MSZ 4702:1956 Portlandcement, kohósalakportlandcement, traszportland-cement

MSZ 4715:1961 Megszilárdult beton vizsgálata

MSZ 4798-1:2004 Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon

MSZ EN 196-1:2005 Cementvizsgálati módszerek. 1. rész: A szilárdság meghatározása

MSZ EN 197-1:2000 Cement. 1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei. Módosították MSZ EN 197-1:2000/A1:2004 szabványjel alatt

MSZ EN 933-4:2000	Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. 4. rész: A szemalak meghatározása. Szemalaktényező
MSZ EN 1097-2:1998	Kőanyaghalmazok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata. 2. rész: Az aprózódással szembeni ellenállás meghatározása. Módosították MSZ EN 1097-2:1998/A1:2007 szabványjel alatt
MSZ EN 1367-3:2001	Kőanyaghalmazok termikus tulajdonságainak és időállóságának vizsgálati módszerei. 3. rész: A „napszúrásos bazalt” forralásos vizsgálata
MSZ EN 13043:2003	Kőanyaghalmazok (adalékanyagok) utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonatokhoz. Módosították EN 13043:2002/AC:2004 szabványjel alatt

Budapest, 2007. augusztus 24.